



해양조사 기술동향

2019-2

국제수로기구(IHO) Brief News

2019 하반기 주요회의 목차 (Monthly Reports)

1. 제16차 IHO 남극수로위원회 및 남극수로위원회의 제42회 남극조약협의회 세미나
(16th Conference of the IHO Hydrographic Commission on Antarctica (HCA) and HCA Seminar at the XLII Antarctic Treaty Consultative Meeting)
2. 제15차 IMO/ITU 전문가 그룹 회의
(15th Session of the IMO/ITU Experts Group)
3. 제32차 국제해저지명소위원회
(32nd Meeting of the IHO-IOC GEBCO Sub-Committee on Undersea Feature Names)
4. 제9차 유엔 글로벌 공간정보관리 전문가 위원회
(9th Session of the UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management)
5. 제9차 해상경계 프로젝트팀 회의
(9th Meeting of the Maritime Limits and Boundaries Project Team (S-121PT))
6. 제11차 IHO-세계 항행경보, 항법 서비스 소위원회
(11th Meeting of the IHO World-Wide Navigational Warning Service Sub-Committee)
7. 제4차 S-101 ENC 프로젝트팀 회의
(4th S-101 ENC PROJECT TEAM (S-101PT) MEETING)
8. 제7차 S-100 테스트 전략회의
(7th S-100 Test Strategy Meeting (S-100 TSM7))

1. 제16차 IHO 남극수로위원회 및 남극수로위원회의 제42회 남극조약협의회 세미나

16th Conference of the IHO Hydrographic Commission on Antarctica (HCA)
and HCA Seminar at the XLII Antarctic Treaty Consultative Meeting

07.03~07.05 / 체코 (프라하)

- Antarctic Treaty Consultative Meeting(ATCM)은 수로조사의 중요성을 강조하면서, 체코가 IHO 회원국이 아니지만 본 회의를 개최해 준 것에 감사를 표하였음
- IHO 사무총장 마티아스 요나스를 의장으로 하여 한국 이외에 10개국의 회원국이 참석함
- 15차 회의 이후 진전 상황을 검토하고 IHO 회원국의 보고를 받았으며 불참국은 IHO 사무국에서 발표를 진행. IRCC와 IHO 이사회, IHO 총회와의 관계를 설명하고 2021년에 IHO 100주년 행사에 대한 정보를 제공함
- 남극수로위원회에 터키가 참여할 의사를 밝혀 이를 검토하고 있으며 터키가 그동안 남극 조사결과를 공유하고 지도제작에 참

여해왔음을 밝힘

- 의장인 Andy Willet(영국)은 남극작업반을 만들어 종이해도와 전자해도 체계를 마련하면서 항로에 맞는 우선 해도 제작지역 목록을 마련하였고 새 항로에 대한 제안이 있었음을 밝힘. 새로운 INT 해도와 실시간 AIS시스템으로 선박의 위치와 항로 커버리지에 빠진 부분을 모니터링하면서 선박 통계를 맞추는 작업도 진행하는 것으로 함
- 남극과 북극을 포함한 INT2GIS(해도를 GIS로 만드는 작업) 2단계 프로젝트를 논의하였고 여기에는 CATZIC값과 추가된 AIS교통밀도 자료도 포함됨
- 관련된 자료는 (<https://quantarctica.npolar.no/>)에서 확인가능함
- 남극 관련 세미나 준비를 우선하여 진행하고, 일반 선박에 의한 자발적 수심자료 제공프로그램과도 연계하기로 함. 세미나를 통해 COMNAP과 SCAR가 다시 남극수로위원회에 관여하게 되었고 IHO의 활동에 대한 남극위원회와의 소통이 필요함



제16차 IHO 남극수로위원회 및 남극수로위원회의 제42회 남극조약협의회 세미나

2. 제15차 IMO/ITU 전문가 그룹 회의

15th Session of the IMO/ITU Experts Group

07.08~07.12 / 영국 (런던)

- 국제전기통신협회는 UN 산하의 통신전문기관으로 해양 및 항공분야의 항로 정보와 통신에 대한 이슈를 담당하고 있으며, 전문가 그룹은 IMO와 ITU가 연계하여 운영되고 있음
- IMO/ITU 전문가 그룹은 해상에서 라디오방송시 향후 요구사항에 대해 자문하고, IMO가 요청하는 운영상의 요구를 반영함
- 15차 회의는 프랑스의 Christian Lissone와 IHO에서는 데이빗 와이엇이 참석하였음
- IMO 101차 해상안전위원회와 6차 IMO 항행, 통신, 수색 및 구조 소위원회에서 논의된 것과 함께 발표하였고 ITU 국제 라디오 방송 회의 2019 준비모임에서 논의된 것을 발표하였음
- 이중에 국제라디오방송 의제 316번의 항구와 한 국가내의 외해에서의 방송기지의 사용에 대한 내용을 논의하였으며, IMO가 통신회의에 보다 적극적인 위치를 가져가야 함을 강조하였음
- L밴드의 사용이 늘어남에 따라 육지의 무선 통신과의 교란과 더불어 해수면 자율선박(MASS, Maritime autonomous surface ship)이 증가되면서 위성통신과의 스펙트럼과의 교란에 대한 우려가 논의되었음
- ICAO(세계항공기업연합회)와 추가 논의를 하기로 결정함. 기타 SOLAS 3장과 4장에 대한 개정 초안이 논의되었으며, NAVTEX 서비스에 현재 정의는 수정하지 않기로 함. IMO NAVTEX 매뉴얼은 현재 운영 절차에 맞추어 개정하기로 하고 구조 및 수색기관을 대표해서 메시지 전송을 담당기관에 대한 정보를 넣기로 함
- 이후 메일을 통해서 조난경보를 위한 정의를 하는 그룹을 정하고 운영통신부분은 제외함
- 임파셋 시스템을 통한 조난, 비상, 안전 메시지에 대한 책임 항목도 1차적으로 개정하는 것으로 논의하였음. IHO는 미국, 영



제15차 IMO/ITU 전문가 그룹 회의

국, 임마셋과 협의하여 비용분할 모델을 돌려 보고 각 IMO회원국에게 추가적인 비용 상승분을 나누기로 함

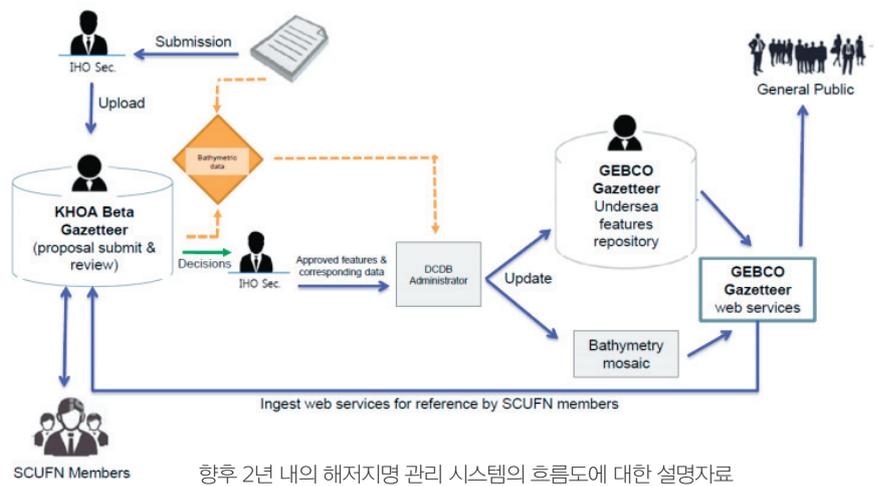
- 다음 미팅은 2020년 7월 6일부터 10일까지 IMO 본부에서 진행하기로 결정함

3. 제32차 국제해저지명소위원회

32nd Meeting of the IHO-IOC GEBSCO Sub-Committee on Undersea Feature Names

08.05~08.09 / 말레이시아 (쿠알라룸푸)

- 32차 IHO-IOC GEBSCO(대양수심도회의) 소위원회인 해저지명위원회(SCFUN: subcommittee on Undersea Feature Names)에 의장 한현철 박사를 포함하여 28명이 참석하였으며 GGC의 신타니 의장과 17명의 옵저버가 참석함
- 말레이시아 국방부장관 리유친통 이외에 해군제독, 상원위원 등이 참석하여 동남아시아 지역의 해양지명 이슈에 관심을 표함
- 소위원회는 187개의 해양지명 제안서를 검토하였으며, 제안서의 품질이 좋아짐에 따라 많은 수가 채택이 되었으며 scufn.ops-webservices.kr assessment interface라는 프로그램을 우리나라의 국립해양조사원에서 제공하여, 제안된 지명을 효율적으로 사전에 심사할 수 있었을 베타 해저지명집 이외에 국립해양조사원이 개발한 통합 웹서비스를 사용한 것이 매우 효율적인 것으로 평가되고 향후 2년 이내에 안정화하는 것으로 합의가 되었음
- 지명 제안서를 분석하는 것과 더불어서 소위원회에 여러 이슈가 제기되었으며, 그중에 B,6 문서의 4.2.0의 개정판 채택에 대한 의견 취합이 있었음
- IHO의 수심데이터와 DCDB 데이터를 함께 배포하는 제안이 있었으며, SCUFN미팅 전에 상호 관심이 있는 지명에 대한 사전 미팅을 진행함. 이는 SCUFN 규정2.10에 부합한 것임
- 소위원회는 몇몇 국가들의 제안이 자신들의 영해 내에 위치한 것이면 통보되어야 한다고 명시하였고, 소위원회는 이름을 붙일 수 있는 해저지명 사이에 최적의 수평적 해상도를 정의하는 가이드라인과 일반적 전략 필요에 합의하였음
- 캐나다에서는 해양지명의 정의가 명확하게 될 수 있다면 GIS툴을 개발하여 자동으로 해저지형을 탐색하는 것도 가능할 것이며 이는 소위원회의 업무범위에 해당. 또한 레이더 불요반사파를 줄이는 것, 신규센서를 이용하여 발굴된 소규모의 지형지물을 찾아내는 작업 등도 포함할 수 있다고 하였음
- GGC에서는 소위원회의 규정과 관련된 문제를 논의하기로 하고, 차기 회의는 아르헨티나의 부에노스아이레스에서 2020년 11월에 하기로 결정함



4. 제9차 유엔 글로벌 공간정보관리 전문가 위원회

9th Session of the UN Committee of Experts on Global Geospatial Information Management

08.07~08.09 / 미국 (뉴욕)

- 9차 UNGGIM회의는 전 세계적으로 공간정보관리 인프라의 구축 현황을 모니터링하고 구축 활용을 강화하여 지구의 지속가능한 개발목표를 달성하기 위한 위원회로 UN 경제사회이사회에 결과를 보고함

- 전 세계 94개국, 424명과 70개의 읍저버 기관이 참여하였고, IHO에서는 읍저버 기관 중의 하나로 마티아스 요나스가 대표로 참석함
- 의제 10번 해양공간정보 항목에 IHO의 보고가 수록됨
- 의장은 통합된 공간정보 프레임워크가 국가의 리더십을 구체화하고 표출하는 메커니즘으로 보고 특히 해양 공간정보는 사회, 경제, 환경개발에 있어 중요한 비전을 달성하게 한다고 함. 또한 해양공간정보가 가용해지면서, 도서 및 개발도상국의 해양공간정보활동을 강화시킬 수 있도록 함
- 향후 2개년 계획 내용을 공유하고 UN 지속가능한 개발을 위한 해양과학 10년 과제에 더 많은 대표단이 참여할 수 있기를 요청하였음
- IHO와 OGC 대표단이 작업반 표준관련 활동을 발표하였고 해양공간정보의 접근이 용이해지면 얻을 수 있는 편익에 대한 사례를 제시함
- 다음 위원회는 2020년 8월 5일에서 7일까지 뉴욕에서 개최하는 것으로 결정함



왼쪽부터 IHO사무총장, ISO-TC211의장, OGC 대표, 호주의 대표단의 사진

5. 제9차 해상경계 프로젝트팀 회의

9th Meeting of the Maritime Limits and Boundaries Project Team (S-121PT)

08.19~08.23 / 모나코

- 해상 경계과 범위 프로젝트팀(S-121)의 9차 회의에 한국을 포함한 14개국의 회원이 참가하였음
- S-121 문서 1.0.0 제품사양 초안에 대한 검토와 피드백이 있었으며 총 435개의 의견에 대한 반영여부를 결정함
- S-121 파일럿 프로젝트를 OGC에서 발표하였으며 주요 목적은 S-121의 데이터 모델을 실제로 구현해보고 상호운용성 이슈를 해결하고자 함, 이는 S-121 문서를 1.0.0으로 발간하기 위한 과정임



제9차 해상경계 프로젝트팀 회의

6. 제11차 IHO-세계 항행경보, 항법 서비스 소위원회

11th Meeting of the IHO World-Wide Navigational Warning Service Sub-Committee

08.26~08.30 / 캐나다 (캘리포니아)

- Peter Doherty가 의장으로 19개 IHO 회원국에서 46명이 참여하였으며, IMO와 WMO와 IMSO의 사무국, NAVTEX와 SafetyNET 조정 패널, 임마넷, SONSAT 및 IHO 사무국이 참여
- 소위원회는 MSI(해양안전정보) 자체 평가보고서를 21NAVEAREA 및 여러 관련 기관에서 받았으며 편집 관련 일부 항목을 수정함
- S-124 항행통보 제품사양 개발에 대한 진행 보고와 관련 워크샵의 결과를 공유함
- S-100 작업반과 S-124 작업반과의 대면미팅을 늘리기로 했음
- 차기 회의는 2020년 9월 첫 주에 중국 해안안전국에서 진행하기로 함



제11차 IHO-세계 항행경보, 항법 서비스 소위원회

7. 제4차 S-101 ENC 프로젝트팀 회의

4th S-101 ENC PROJECT TEAM (S-101PT) MEETING

06.13~06.14 / 모나코

- S-101 ENC 프로젝트팀회의에 한국을 비롯한 28개국의 대표와 7개 회사에서 10명의 전문가가 참여하였음
- 2018년 12월에 나온 ENC 제품사양 1.0.0 버전의 문서와 S-101 지형지물 카탈로그에서 불일치한 부분을 확인하고 논의함. S-101 묘화 카탈로그의 개발과 관련된 조건부 절차 틀에 대한 보고가 있었음
- 본 작업에는 묘화, 경보, 지시 상황에 대한 내용이 ECDIS 내에서 작동할 수 있도록 조건 규칙을 개발하는 것을 포함함
- 덴마크는 서지의 적합성 규칙 프레임워크 개발에 대한 보고를 하였으며, S-101ENC 데이터의 유의성을 검토하기 위한 임시 목록을 개발함.
- IHO 등록소 관리자는 현재 GI 등록소의 현황을 보고하고 S-100작업반 회의 시 워크샵 내용을 공유함. 국립해양조사원은 테스트 중인 지형지물 카탈로그와 묘화 카탈로그 빌더 응용 프로그램을 소개함
- IIC-Technogies에서는 S-57 ENC를 S-101 ENC로 데이터 변환한 결과를 발표했으며 S-57의 최적화 가능성을 ESRI 툴을 이용하여 제시함
- 품질관리작업반은 CATZOC에 맞춘 자동 계산 프로그램을 제안하였으며 이 절차는 측량데이터에 포함된 데이터가 속성 값이 적절한지 여부를 포함함
- PRIMAR사가 새로운 보안 스키마에 대한 리포트를 발표함. 수평적 측정값의 품질과 기타 묘화 이슈들이 테스트베드 프로젝트 상으로 논의됨



제4차 S-101 ENC 프로젝트팀 회의

8. 제7차 S-100 테스트 전략회의

7th S-100 Test Strategy Meeting (S-100 TSM7)

09.23~09.26 / 모나코

- 15개 국가가 참여한 S-100 테스트과업에 9개국 이 참여
- 의장은 Julie Powell(미국)로 IHO 사무국에서 Abri Kampher와 Tony Pharaoh가 참여했으며 표준지원국에서 Abberto Costa Neves이, IHO사무국에서는 Jeff Wootton이 참여함
- IHO Mathias Jonas는 개회사에서 S-100 표준이 데이터 제공자, 서비스 제공자, 사용자들에게 모두 유용하도록 S-100 데이터 제품사양의 요소 결합의 중요성을 강조함



제7차 S-100 테스트 전략회의

- S-98 문서에 대한 검토와 S-100 프레임워크 표준의 확장과 관련된 토의, ECDIS에 구현 문제가 주요 의제였음
- 국립해양조사원에서는 실선테스트에 대한 내용을 보고하였으며, 이외에 코드리스트 등록소의 필요성, 수심데이터 품질 모델의 구현, S-100기반의 ECDIS에 대한 논의가 있었음. S-100 기반 표준의 확장에 더 많은 제안이 요구됨

우리나라에서 개최한 국제회의 - 국제훈련 및 국제워크숍 등을 중심으로 -

2019년 하반기

■ 2019년 하반기에 국제훈련, 국제워크숍, 양자회의 등을 개최하였다.

국립해양조사원, 수로측량 교육의 표준화를 선도하다

국립해양조사원은 7월 8일부터 19일까지 2주 동안 국제수로기구(IHO) 회원국(90개국) 중 7개국의 수로기술자 8명을 초청하여 기초 수로측량 강사양성 기술교육을 실시하였다. 이 교육은 세계적으로 표준화된 수로측량 강사를 양성하는 것을 목적으로 수로측량 관련 강의 계획부터 교수법까지의 강의 내용으로 구성되었으며, 수로기술자는 교육을 수료한 후 IHO가 인증하는 강사가 되어 본국에 돌아가서 수로측량 과정을 강의할 수 있다. 특히 이번 교육일정에는 교육생이 강의 시간에 배운 이론을 토대로 모의 강의를 진행하고, 강사 및 다른 교육생의 조언을 받는 방식의 초보 강사 역할을 체험하는 기회도 마련하였다.

국립해양조사원은 2013년부터 작년까지 이 교육과정에 IHO의 동아시아 회원국만 참여하도록 하였으나, IHO가 본 교육의 중요도와 효과를 인정하여 올해부터는 IHO 모든 회원국을 대상으로 교육생을 모집하여 강의를 진행하였다.

※ 2013년 해양조사원은 IHO 동아시아수로위원회(EAHC) 국제교육훈련 센터를 본원(부산 영도)에 유치하여 IHO 회원국을 대상으로 수로분야 기술교육을 진행함.

국립해양조사원 관계자는 “국립해양조사원은 매년 IHO 회원국 기술자를 초청하여 수로분야 선진 기술 전파와 표준화된

교육 훈련을 선도하고 있다.”라고 하면서, “이번 교육을 통해 양성된 수로측량 강사는 각자의 나라로 귀국하여 수로측량 교육을 자체적으로 실시할 수 있을 것으로 기대한다.”고 밝혔다.

아시아 해수면 변동, 과거와 미래를 논하다

국립해양조사원은 7월 25일(목) 서울대학교 국제회의장에서 ‘아시아의 해수면 변동: 과거와 미래’라는 주제로 국내 전문가 및 중국, 일본, 방글라데시, 인도 등 해외 석학들이 참석하는 국제워크숍을 개최하였다. 국립해양조사원은 해수면을 관측·분석하여 매년 해수면 상승률을 산정·발표하고 있으며, 특히 이번에 개최하는 제2회 국제 워크숍을 통해 아시아의 해수면 상승 현황을 공유하고 미래예측 및 대응방안을 논의하는 시간을 마련하였다.

* 제1회 국제워크숍(2017.7.3): 미국, 일본, 호주, 이탈리아 전문가가 참석하여 전 세계적인 해수면 변동 현황에 대해 논의

국내전문가로는 한국해양학회장을 역임하고 있는 서울대 조양기 교수를 비롯하여 남성현 교수, 한명희 박사와 국립기상과학원 김영미 연구사, 국립해양조사원 강분순 박사 등이 참석하였으며 해외 전문가로는 일본 홋카이도 대학의 사사키(Yoshinori Sasaki) 교수, 중국의 송(Qingtao Song) 박사,



국제수로기구(IHO) 기초 수로측량 강사양성 과정 (부산, 2019.07.08.~07.19)



해수면 변동 국제 워크숍(서울, 2019.07.25)

방글라데시의 사하(Dinesh Shaha) 교수, 인도의 크리쉬난(Suresh Krishnan P.V.) 박사 등이 참석하였다.

이번 워크숍에 참석한 국내외 전문가들은 우리나라 주변해역을 포함한 아시아 해역을 대상으로 과거부터 현재까지 관측 자료를 활용한 해수면 상승률 추세 및 그 원인, 그리고 수치예측모델을 활용한 해수면 상승 추이 예측방법 등에 관해 발표하였다. 또한 해수면 상승이 연안 지역에 미치는 영향과 재해 취약성에 대한 연구 성과도 공유하였다.

세계 각국에서 국제인증 교육 받으러 한국에 오다
-국립해양조사원, 국제수로기구(IHO) Cat.B 해도제작 교육 실시-

국립해양조사원은 7월 29일부터 12월 13일까지 20주 동안 국제수로기구(IHO) 회원국(90개국) 중 7개국*의 수로기술자 7명을 초청하여 IHO 국제인증 해도제작교육을 실시하고 있다.

* 참여국/인원: 브루나이, 인도네시아, 스리랑카, 수리남, 피지, 베네수엘라, 싱가포르 각 1명

이 과정을 통해 교육생들은 해양공간정보 이론교육 및 해도제작 실무훈련을 받고, 시험을 통해 국제적으로 통용되는 해도제작 기술자격 인증서(Category B)를 취득할 예정이다.

국립해양조사원은 2015년부터 매년 IHO 인증 교육과정을 성공적으로 개최하였으며, 지난해까지 총 20명의 교육생을 배출하였다. 이번 교육과정에는 당초 선발 정원의 2배수인 15명의 수로기술자들이 수강을 신청하였는데, 이는 세계 각국의 수로기술자들이 우리나라 교육과정의 수준을 높게 평가하여 많은 관심을 보인 것으로 판단된다.

국립해양조사원 관계자는 “이번 국제인증교육은 우리나라가 IHO 회원국 수로기술자에게 수준 높은 수로기술을 전파하는 기회이다”라고 하면서, “이로써 국립해양조사원은 글로벌 인

적 네트워크를 확대하고, 각국 수로기술자들과 교류를 통해 한국의 위상이 한층 높아질 것으로 기대한다.”고 말했다.

해양과학기지 국제적 다학제 연구 플랫폼으로 도약

국립해양조사원은 8월 8일(목) 부산 본원에서 “해양과학기지 활용 다학제적 연구: 현재와 미래”라는 주제로 국내 전문가와 중국, 일본, 대만의 해외 석학들이 참석하는 국제워크숍을 개최하였다. 국립해양조사원은 이어도 해양과학기지를 비롯하여 신안 가거초, 웅진 소청초 기지 등 총 3곳의 해양과학기지를 운영하고 있다. 이들 기지는 먼 바다에 세워진 세계적으로 희소한 해양-대기 동시 관측시설로 그 가치를 인정받아 2018년에는 UN 산하의 국제해양관측망인 대양관측망 네트워크(OceanSITES)에 등록된 바 있다.

특히 동아시아 전문가들과 해양과학기지 주변 해역과 인근 해역의 중요한 연구 성과를 공유하고, 향후 해양과학기지를 거점으로 한 국제 공동연구로 발전시키기 위해 국제 학술 워크숍을 개최하였다. 이번 워크숍은 다학제적 연구 주제에 맞추어 총 3부로 구성되었다. 1부에서는 ‘화합물의 대기 수송 및 퇴적’, 2부에서는 ‘해양 물리와 생지화학적 과정’, 3부에서는 ‘대기 및 해양 과정에 대한 원격탐사 연구’라는 소주제로 분야별 전문가들의 발표가 진행되었다.

국내전문가로는 서울대의 박경애 교수와 남성현 교수, 포항공대 이기택 교수, 부경대 최원식 교수, 인하대 홍성민 교수, 한국해양과학기술원 정진용 박사, 기초과학연구원 권은영 박사, 국립해양조사원 변도성 연구관이 참석하였다. 중국에서는 남경대(南京大, Nanjing)의 섭(聶璋, Wie Nie) 교수와 절강대(浙江大, Zhejiang)의 강(江宗培, Zong-Pei Jiang) 교수, 일본 류큐대의 쿠리하라(Haruko Kurihara) 교수, 그리고 국립대만해양대의 이(Ming-An Lee) 교수 등이 참석하였다.



국제수로기구(IHO) Cat.B 해도제작 교육 (부산, 2019.07.29.~2019.12.13)



해양과학기지 활용 다학제적 연구: 현재와 미래(부산, 2019.08.08.)

안전항해의 길잡이! 차세대 전자해도, 한국이 세계를 선도한다

국립해양조사원은 8월 27일(화) 부산항을 출발하여 거제 앞 바다 왕복 항로에 대해 국제수로기구*(IHO) 산하 실무그룹 의장단과** 차세대 전자해도 핵심 기술 점검을 위한 실선 시험을 실시하였다.

* 국제수로기구(IHO): 세계 각국이 해상 교통로인 수로를 안전하게 이용하기 위해 설립된 국제기구

** 참여자: IHO 수로정보표준화 위원회 산하 미국, 영국, 독일 의장단과 캐나다 등 민간전문가, 국내 도선사, 항해사 등 30여명 참가

국제수로기구(IHO)는 2010년 차세대 항해시스템에 적용될 새로운 국제표준 S-100*을 발표하고 4차 산업 혁명, 무인 운항 선박 등 미래 항해 환경을 준비하기 위해 다양한 디지털 항해안전 표준을 국제해사기구(IMO), 세계기후기구(WMO) 등과 협력하여 개발하고 있다.

* Specification-100: 전자해도, 3차원 해저지형, 조석, 조류 등을 다양한 항해안전 제품 개발 국제표준

국립해양조사원은 2013년 제5차 국제수로기구(IHO) 상하이 회의부터 S-100 시험 기관으로 참여하고 있으며 그간 S-100 표준 인프라 구축, 시험 데이터 제작, 시뮬레이션 시험 등 표준 개발에 선도적 역할을 수행하고 있다.

부산~거제간 선박 운항 항로에서의 실선 시험은 국립해양조사원 해양2000호(2,000톤급) 선박으로 전자해도, 해저지형, 조석, 조류 등을 활용하여 항로계획 평가, 실시간 운항 가능구역 표출, 항로 위험성 감지 등 미래 선박 운항시스템에 적용될 핵심 기술을 시험했다. 금번, 실선 시험결과는 10월 모나코에서 개최되는 제3차 국제수로기구(IHO) 이사회에 보고되었다. 국제수로기구(IHO) 이사회는 한국의 시험결과를 기반으로 2020년부터 향후 10년 동안 회원국 및 산업계가 S-100 표준을 적용할 수 있도록 이행 전략을 마련할 계획이다.

국립해양조사원 관계자는 “금번 실선 시험은 우리나라의 차



국제수로기구(IHO) 차세대 전자해도 실선 시험(부산항, 2019.08.27.)

세대 수로정보 표준 기술의 우수성을 다시 한 번 확인하는 기회가 되었으며, 고부가가치 항해장비 개발을 위한 핵심기술을 확보했다.” 라고 하면서, “핵심기술을 산업계와 공유하여 선박운항 시스템 국산화를 넘어 세계로 수출할 수 있는 산업으로 발전을 기대한다.” 고 말했다.

국립해양조사원, 창설 70주년 기념행사 개최

국립해양조사원은 창설 70주년(11.01)을 맞아, 문성혁 해양수산부 장관, 지역구 국회의원 등 국·내외 주요 인사 300여명이 참석한 가운데 기념행사를 개최하였다.(국립해양박물관, 부산시 영도구 소재)

안전한 바닷길 확보를 위해 1949년 해군본부 작전국 수로과로 시작한 국립해양조사원은 지난 70여년 간 우리나라 관할해역의 수심, 해저지형, 조석, 해류 등 국가의 해양 기본 자료를 조사하고, 국민들에게 해도(海圖)를 제공하는 등 다방면에서 역할을 수행하여 왔다.

“안전한 바다路, 찬란한 미래路 국립해양조사원이 함께 하겠습니다.”를 슬로건으로 진행된 이번 행사에서는 국가종합해양정보기관으로의 도약을 위한 비전선포 및 서예가 여태명 교수의 서예 퍼포먼스를 시작으로 타임캡슐 봉인식, 수로발전 유공자 포상 등 다양한 행사가 진행되었으며, 아울러 미래



국립해양조사원 창설 70주년 기념 행사(부산, 2019.11.01.)

의 주역인 초등학교생 30여명을 초청하여 해양조사선을 승선하는 체험행사도 가졌다.

그 밖에 SNS를 통한 ‘조사원’ 삼행시 댓글 이벤트를 10월 25일부터 11일간 국립해양조사원 블로그와 페이스북을 통해서 진행하고, 당첨자 40명을 선정하여 소정의 상품을 제공하였다. 또한, 「고해도 속의 우리바다」 기념 전시를 국립해양박물관과 공동으로 기획하여 11월 1일부터 17일까지 박물관에서 진행되었다. 이번 전시에는 동해와 독도가 표기된 동서양의 고해도와 우리나라 해도의 역사가 소개될 뿐만 아니라, 독도 해저 공간 가상체험 등 다양한 참여 행사도 진행 되었다.

한국·영국, 양자회의에서 해양조사 협력 강화 약속

국립해양조사원은 부산 영도에서 11월 18일부터 19일까지 제11차 한·영 해양조사기술 회의를 개최하였다. 2008년부터 국립해양조사원과 영국 수로국*은 양국이 간행하는 해도, 등대표** 등 항해용 간행물의 품질향상을 목적으로 매년 해양조사기술 회의를 교차하여 개최해오고 있다.

* 영국 수로국: 전 세계의 해도 및 항해용 간행물을 제작하고 공급하는 기관

** 등대표: 육지의 등대 또는 바다의 등부표 등 항로표지를 수록한 항해서지

이번 회의를 주최한 국립해양조사원은 최근 우리나라가 개발 중인 차세대 전자해도*를 소개하고, 양국은 효율적인 해도 제작 및 갱신을 위한 과정을 서로 공유하기로 하였다.

* 차세대 전자해도: 기존의 전자해도 이외에도 해저지형, 조석, 바닷물 흐름 등 종합 해양정보를 항해자에게 실시간으로 전달하는 최첨단 항해정보

영국은 한국의 차세대 전자해도 개발에 많은 관심을 보였으며, 양국은 관련 세미나 개최 및 기술자 초청 등 차세대 전자



제11차 한·영 해양조사기술 회의(부산, 2019.11.18.~19)

해도 제작 분야의 협력을 강화하는 방안 등 다양한 주제를 논의하였다. 또한 한국과 영국은 각자 간행하는 등대표에 수록된 항로표지 정보를 비교하여 서로 다른 정보를 발견했고, 한국의 등대표 정보를 기준으로 영국의 등대표를 수정하기로 하였다. 이는 항해용 간행물의 품질향상 뿐만 아니라 선박의 안전항해에도 도움을 줄 것으로 기대한다. 특히 지난 달 새로 취임한 영국수로국장(Rear Admiral Peter Sparkes)이 이번 회의에 참석하여, 양국이 해양조사 기술협력을 지속적으로 유지하기로 약속하며 더욱 활발한 해양조사기술 협력을 다짐했다. 양국은 내년 가을에 영국수로국이 있는 톤턴(Taunton)시에서 제12차 한·영 해양조사기술 회의를 개최하기로 하였다. 국립해양조사원 관계자는 “지난 10여 년 동안 양국 간 교류를 통해 선진 해양조사기술을 향상해 왔으며, 이번 회의에서 양국의 노력과 우호 관계를 다시 한 번 확인하였다.”라며, “앞으로도 영국과 해양조사 분야의 협력을 더욱 강화하도록 노력하겠다.”라고 말했다.

근해 관측 정보에 근거한 앙상블 해일 예측기법 개발

수로(일본) 제186호

1. 시작하면서

지진해일은 수로와 항만 배후 지역에 막대한 피해를 끼친다. 그 대부분은 해역에서 일어난 지진에 의한 것으로, 지진해일 발생 근원지 부근에서는 불과 몇 분 만에 파괴적인 지진해일이 해안을 덮칠 수 있다. 한편, 東京灣(도쿄완), 伊勢灣(이세완), 大阪灣(오오사카완) 등의 사회자본이 집적되어 있는 만안쪽에서는 지진 발생부터 해일 침수까지 1시간 정도의 시간적 여유가 있다(그림 1). 따라서 앞바다에서 포착한 해일정보에 기초한 정확도 높은 예측 정보는 긴급 대응의 중요한 판단 요소가 될 수 있다.

지진과 지진해일이 발생한 후 관측 정보에 따라 해일 침수를 예측하는 방법에는 여러 가지 기법(Tsushima and Ohta, 2014)이 제안되었다. 이들은 사전 계산을 중심으로 하는 방법과 사후 계산을 중심으로 하는 방법으로 나누어 생각할 수 있다. 사전 계산을 중심으로 하는 방법(예: Abe and Imamura, 2010)은 다수의 지진과 해일에 대한 발생 시나리오를 상정하고 미리 지진해일의 전파 침수 시물레이션을 실시하여 그 결과를 데이터베이스로 기록하여 둔다. 실제로 지진과 지진해일이 발생했을 때 관측 데이터와 데이터베이스를 비교하고 적합도가 높은 시나리오에서 예측 값을 생성한다. 사전에 시물레이션을 실시하기 때문에 속보성이 뛰어나다. 한편, 사전에 상정하는 시나리오의 다양성에 한계가 있어, 실제로 발생한 지진해일이 시나리오와 잘 맞아 떨어지지 않을 수도 있다. 이 경우에는 크게 정밀도가 떨어질 가능성이 있다(Hossen et al., 2015). 사후 계산을 중시하는 방법(예: Titov et al., 2005)에서는 지진 발생 후 지진해일 전파 침수 시물레이션을 실시하고, 예측을 실시한다.

사후 계산은 속도가 늦어 데이터베이스 방식과는 비교할 수 없다. 하지만 사전에 설정하는 해일 발생 시나리오에 의존하지 않는 방법(예: 辰巳·富田, 2008, Tsushima et al., 2009)을 이용함으로써 자연계에서 발생하는 복잡하고 다양한 해일(그림 2)에 대응할 수 있는 예측 방법을 구축하는 것이 가능하다. 또한 비선형성이 강한 침수 현상의 시물레이션을 사후적으로 실시하기 위해, 침수에 큰 영향을 미치는 지형과 방호구조물



그림 1. 東京灣에 南海(난카이) Trough의 지진해일 제1파가 도달하는 시간(내각부 (2012) 케이스 ①)

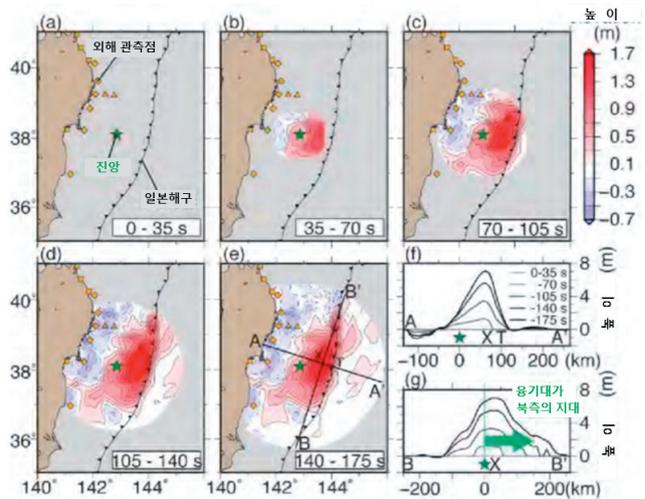


그림 2. 지진해일 관측 파형 데이터에 의한 2011년 東北(도호쿠) 지방 태평양 앞바다 지진에 의한 지진해일 초기 수위 분포의 시간 변화의 해석(예 (Takagawa and Tomita (2012)을 수정). 일본 해구에 따른 용기대가 북쪽으로 뻗어 현저한 이방성을 보이는 복잡한 시공간 분포가 특징

의 변화에 대한 데이터베이스를 업데이트 할 필요 없이 유연하게 대응이 가능하다. 특히 침수 현상은 지각 변동에 의한 지

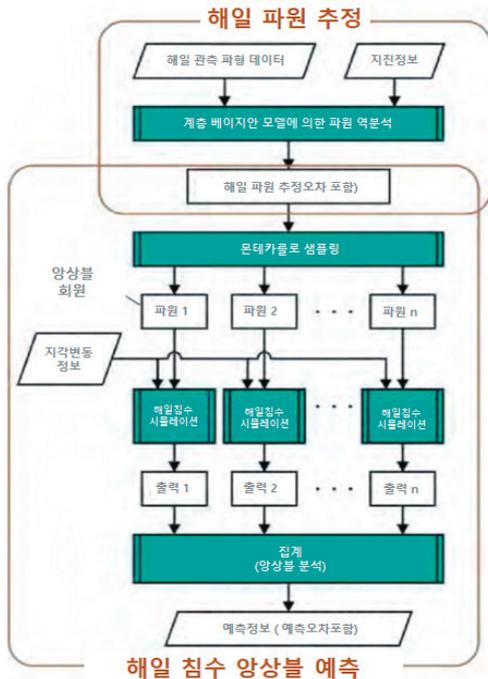


그림 3. 앞바다 관측 정보에 근거한 앙상블 지진해일 예측 체계(高川·富田 (2015)에 가필)

반고 변화의 영향을 강하게 받지만, 해일과 동시 발생하고 예측 결과에 중대한 영향을 미칠 변화도 예측에 적용할 수 있는 것도 사후 계산 방식이 정확도를 향상 시키는데 유리한 점이다(高川·富田, 2012, 2014). 여기에서는 정확한 예측이 기대되는 사후 계산 방식에 의한 해일 침수 예측 방법, 특히 예측의 불확실성의 정량화 기능을 갖춘 새로운 해일 침수 예측 기술에 대해 그 개요를 소개한다.

여기서 소개하는 근해 관측 정보에 근거하는 앙상블 해일 예측 체계(高川·富田, 2015)를 그림 3에 표시하였다. 시스템은 크게 (1) 근해 관측 파형 데이터의 역해석에 의한 지진해일 파원 추정과 (2) 침수를 수반하는 비선형 현상에 적용 가능한 앙상블 예측이라는 두 부분으로 나눌 수 있다.

2. 관측 데이터를 기반으로 한 지진해일 파원 추정 및 불확실성의 정량화

파원 추정은 계층 베이지안 모델을 이용한 관측 해일 파형의 역해석에 의해 수행하고, 해일의 초기 수위의 시공간 변동을 추정한다(그림 2). 분석 방법에 대한 자세한 내용은 高川·富田(2012, 2014)를 참조할 수 있다. 중요한 것은 이 방법으로 초기 수위의 최대 가능성 추정량이 요구될 뿐만 아니라 그 불확실성의 폭도 동시에 추정할 수 있다(그림 4). 이는 관

측 지점의 증설 및 관측 시간의 증가가 파원의 추정 정밀도 향상에 미치는 영향을 정량적으로 나타내는 것이 가능하다. 이 분석에서는 근해 해일 전파 현상이 거의 선형적인 현상임을 이용하여 선형근사 하에 역해석을 실시하고, 파원의 추정 결과는 수위의 시공간 변동을 나타내는 다변량 정규분포로 표현된다.

3. 비선형 현상에 적용 가능한 앙상블 예측

다변량 정규 분포로 모델링된 해일의 초기 수위 분포의 불확실성이 해일 전파에 의해 육지에 어떻게 전해지는지를 추정하는 것이 다음의 과제이다. 여기서 간단한 예제를 바탕으로 해일 침수로 인한 비선형성으로 인해 확률밀도분포가 크게 변화하는 것, 비선형 변환에 적용 가능한 앙상블 예측 대해 설명한다.

그림 5는 지진해일 내습시 제방의 전면 수역의 수위와 제방이 막고 있는 배후 지역의 수위 관계를 간단한 비선형 변환으로 모델링 한 것이다. 왼쪽 그림의 파란색 실선은 제방의 높이를 넘을 때까지 배후 지역은 침수되지는 않지만, 해일의 수위가 제방의 높이를 초과하면 전면과 후면의 수위가 일치할 때까지 침수가 진행되는 것을 나타내고 있다. 비교를 위해 선형 변환의 예도 흑색 점선으로 맞춰서 제시하였다. 3m 높이의 제방에 높이 2.5±1.5m의 지진해일이 작용하는 경우를 생각한다(확률 밀도 분포를 평균 2.5m, 표준 편차 0.75m의 정규 분포로 모델링). 이때 선형의 경우, 제방 배후 수위의 확률 밀

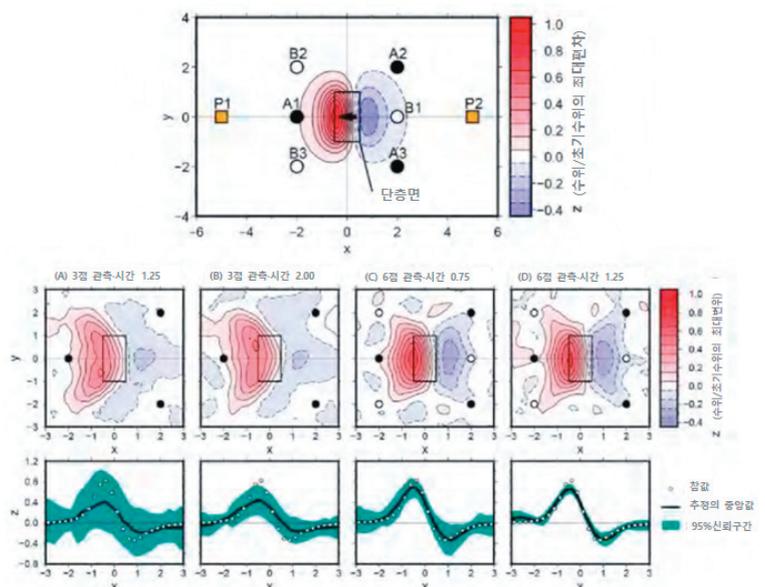


그림 4. 계층 베이지안 모델에 의한 지진해일 파원 추정 및 불확실성 정량화 예. 관측점 수와 관측시간을 변경한 경우의 추정 결과를 비교. 상단이 지진해일 파원의 참값, 중간이 파원 추정치 평면분포, 하단이 추정치 수직 단면. 관측점이 많아 관측 시간이 길어질수록 추정의 중간값이 참값에 적합하여 신용구간이 좁아진다(高川·富田 (2014)에 가필).

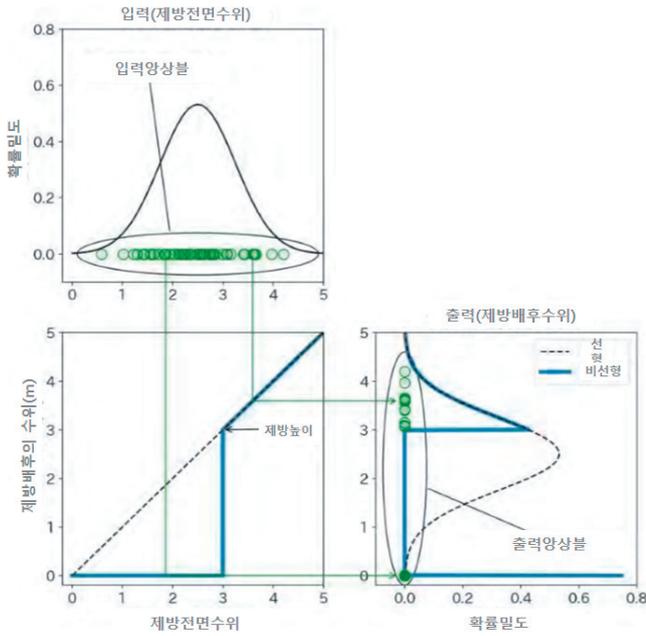


그림 5. 제방 전면 수위와 제방 뒤 수위의 비선형 응답관계 및 비선형 변환에 따른 확률밀도함수의 변형과 앙상블에 의한 예측 모식도

도 분포는 제방 전면과 마찬가지로 하나의 정점 주위에 부드럽게 펼쳐지는 정규분포가 된다(그림 5 하단의 검은 색 점선). 그러나 비선형 변환의 경우는 분리된 2개의 정점을 갖는 분포가 된다(그림 5 오른쪽 아래의 파란색 실선). 방호기준을 넘느냐, 넘지 않느냐로, 배후 지역의 피해가 크게 다르다는 것은 지진해일 침수현상에서 본질적인 부분이며, 이러한 비선형성에 따른 확률밀도분포의 변형은 예측의 불확실성을 평가하는데 적절하게 다를 필요가 있다. 그러나 강한 비선형성을 가진 해일 침수현상에서는 전면 수위의 확률밀도분포가 정규분포처럼 해석적으로 취급하기 쉬운 분포로 주어진다. 해도 배후지의 확률밀도분포는 복잡한 형상이 되며, 해석적인 취급이 곤란하다. 이러한 비선형성이 강한 현상에 대해 확률밀도분포의 변형을 추정하는데 사용되는 방법이 앙상블에 의한 추정이다. 이 방법은 확률밀도분포를 다수의 앙상블 멤버들의 모음으로 모델화한다. 앙상블 멤버는 확률밀도분포의 몬테카를로 샘플링에 의해 얻어진다(高川·富田, 2015). 그림 5의 왼쪽 그림에서 녹색 원이 개별 앙상블 멤버를 표시하고 이들 집합, 즉 앙상블 기법에 의해 확률밀도분포를 표현한다. 비선형 변환의 경우, 확산하는 분포가 어떻게 변환되는지를 쉽게 계산할 수 없는 경우도 많지만, 확산이 없는 특정 상황(앙상블 멤버)이 변환에 의해 어떻게 변화할지는 단순히 개별 멤버 값을 변환하는 것만으로도 계산할 수 있다. 그림 5의 녹색 화살표는 앙상블 멤버의 변환을 나타내고 있다. 이와 같이, 앙상블을 이용하여 비선형 현상도 초기 값에 포함된 불확실성의 분포가 어떻게 동시에 시간적 공간적으로 전파해 나가는지를

추적할 수 있게 된다.

4. 가상의 南海 트라프 지진해일의 모의관측 파형을 이용한 방법의 검증

여기에 소개한 앙상블 해일 예측기법을 가정하여 南海(난가이) 트라프 지진해일 모의관측 데이터에 적용한 사례(高川·富田, 2015)를 소개한다. 이 사례에서는 나고야항 주변지역을 침수예측 대상지역으로 하여, 가상의 南海 트라프 지진해일(내각부 (2012) 케이스 ①)이 발생했을 경우에 대하여 조사했다. 검증에서는 우선 모의관측 파형을 생성한다. 이것은 예상되는 지진해일 발생 시나리오에서 해일의 전파 침수 시뮬레이션을 실시하고 그 결과에서 GPS와 파랑계 등 실제 근해 지진해일 관측 지점에서의 수위의 시계열 데이터를 추출하고 그 파형 데이터에 인공적인 관측 노이즈를 추가하는 것으로 작성했다. 이 모의관측 데이터와 지진의 진앙 위치 정보를 입력으로 지진해일 파원을 추정하였다(그림 3 상단). 또한 대상으로 한 지진은 마그니튜드 9.1의 거대 지진이며, 대상 지역에서 0.5m 정도의 지반 침강이 예상되고 있다. 이러한 지반 변동의 영향을 고려하기 위하여 지각 변동량을 데이터로 준 경우와 주지 않는 경우에 대해 각각 확인했다. 또한 대상 지역의 지각 변동량에 대해서는 국토지리원 전자기준점의 데이터를 이용하여 지진 발생 후 몇 분 정도 추정할 수 있기 때문에, 여기에서는 이미 알고 있는 정보로 예측체계에 입력하였다(그림 3 중간). 그림 6의 상단에 근해 관측점의 파형 예측 결과를 나타낸다. 그림에서 관측 시간이 7분→10분→15분으로 변화하는 가운데 파원 추정에 사용한 시간 이후의 데이터의 신용구간 폭이 감소하고 예측오차가 감소하고 있다는 점을 알 수 있다. 신용구간 폭이 감소하고 있음에도 불구하고, 참값을 거의 내포하고 있어 신용구간의 추정 기능이 거의 제대로 작동하고 있다. 또한 지진 발생 후 10분의 시점에서는 伊勢湾(이세만) 입구 앞바다, 高知(고지)서부 앞바다 등은 아직 제1파 피크가 도달하고 있지 않지만, 이 시점에서 제1파 피크가 신용구간에서 포착되어 있다. 이것은 파원에서 비교적 떨어진 앞바다 관측지점에서는 해일이 도달하기 전에 도래하는 해일의 피크파형에 대한 위험을 제대로 인식할 수 있음을 보여주고 있다.

그림 6의 하단에는 나고야항의 입구 부근에 위치한 鍋田(나베타)부두 T3 Berth의 전면 수역의 수위 변화와 Berth 위 육상지점의 수위 변화를 보여 주었다. Berth 전면의 파형에 대해서는 근해 관측점의 경우와 달리, 지진 발생 후 90분경까지 해일을 전혀 예측하지 못했다. 해일은 GPS파랑계 등의 근

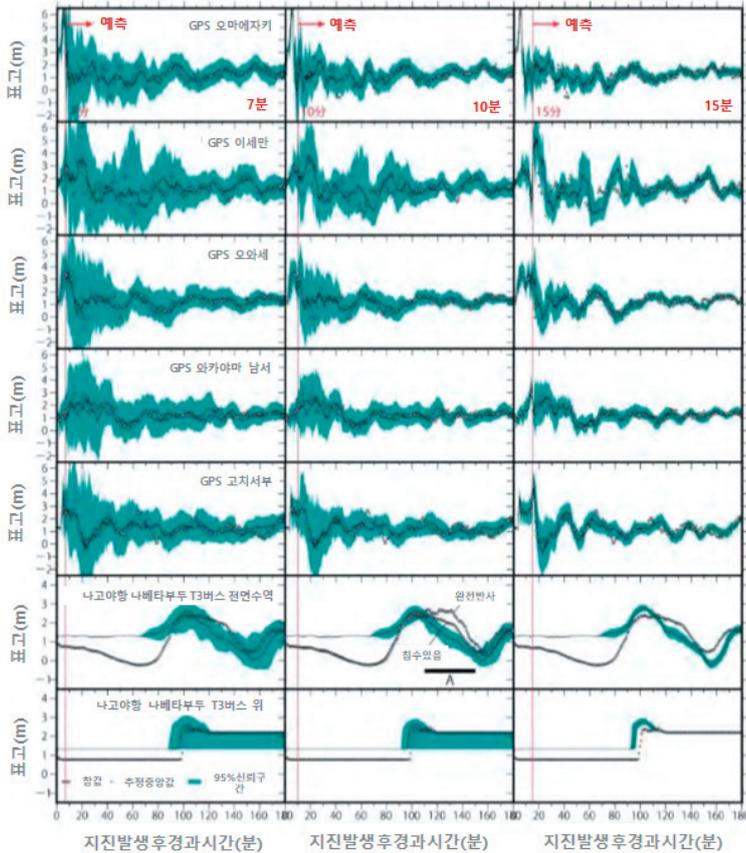


그림 6. 해일의 시계열 파형의 참값과 추정 값의 비교. 왼쪽 열은 7분간의 관측 데이터를 기반으로 예측을 나타내고, 중간 열 오른쪽 열은 각각 10분, 15분이다. 레드 라인 보다 왼쪽의 구간 추정에 사용 된 데이터이며, 오른쪽이 예측 구간이다. 추정치의 불확실성을 녹색 띠의 폭으로 표현하고 있다(高川·富田, 2015).

해 관측점에서도 파악할 수 없는 伊勢灣 내의 파원에 의한 것이다. 해일의 성분을 예측하려면 伊勢灣 영역도 파원 영역에 추가함과 동시에 伊勢灣의 해일 파형 관측 데이터를 취득할 필요가 있다. 한편, 태평양측의 지진해일 파원에 대응하는 제 1파의 압류파가 도래하는 지진 발생 90분 이후는 근해 관측점과 마찬가지로 관측 데이터의 축적에 의해 신용구간이 점차 줄어들어 전체적인 파형의 특성을 재현하는데 성공하였다. 일부 신뢰구간에서 참값이 빗나간 부분도 있는데 수로 끝에서 침수 반사와 관련된 비선형성이 강한 현상(高川·富田, 2015)으로 양상불 예측도 파악하기 어려운 부분이다. 예측정보의 활용에 있어서는 이러한 오차의 인식도 필요있다. 나고야항 주변지역의 침수 면적 예측 결과를 그림 7에 나타낸다. 시간 경과에 따른 관측 데이터의 축적으로 신용 구간의 폭이 점차 감소하고 참값에 수렴하는 것을 알 수 있다. 한편, 다음 그림에는 지반 침하를 고려하지 않은 경우의 추정 결과도 함께 보여 준다. 나고야 주변지역에서는 南海 트라프 거대 지진 발생시 50cm 정도의 지반침강이 상정되어있다. 지반의 침강을 고려하지 않는 경우에는 30% 정도 침수 면적을 과소평가

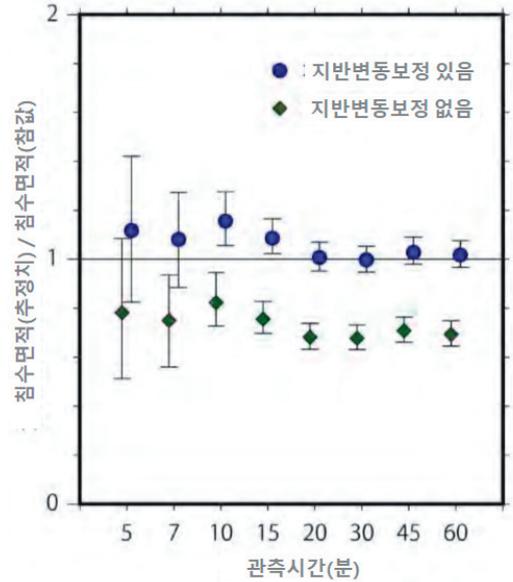


그림 7. 나고야 항 주변의 해일 침수 면적의 참 값에 대한 추정치의 비와 그것의 관측 시간에 따른 변화(高川·富田, 2015).

하게 된다. 여기에 제시된 결과는 침수상황 추정치의 정확도를 높이기 위해 지반 변동량을 고려한 추정을 하는 것이 필수적임을 보여주고 있다.

지반변동을 고려함으로써 개발 기법에 의해 침수 면적을 적절하게 추정할 수 있는 것으로 나타났지만 침수 지역의 공간적 분포는 어떻게 될까? 그림 8은 최대 침수심 분포의 참값과 7분 및 15분의 관측 데이터를 기반으로 50% 추정치를 보여 주었다. 왼쪽 열에 나타난 그림에서는 추정치가 전체적인 침수분포의 경향을 잘 재현하고 있음을 알 수 있다. 세밀하게 참값과 추정치의 차이를 비교하기 위해 두 값의 차이를 취한 것이 중간 그림이다. 쇼나이강보다 동쪽으로는 과소평가, 서쪽으로는 과대평가되고 있다는 것을 알 수 있다. 양자의 면적 차이가 전체의 침수 면적에 비해 작기 때문에 침수면적이라는 평가 기준에서 참값과 거의 일치하기도 하지만 예측 오차의 분포에는 공간적으로 치우침이 있음을 알 수 있다. 그러나 그 예측 오차는 거의 전역에서 75cm 미만이며, 이 지역의 최대 침수 수심이 3m 이상임을 감안할 때, 오차는 25% 미만이다. 또한 위 아래 그림을 비교해 봄으로써 관측 시간의 증가와 더불어, 참값과의 차이가 감소하고 추정 정확도가 향상되고 있음을 확인할 수 있다. 그림 8의 오른쪽 열에는 97.5% 추정치와 참값의 차이를 보여 주었다. 그림에는 25cm 이상의 과소평가를 나타내는 푸른색 영역이 거의 없다. 따라서 과소 예측이 막대한 손해보발 전할 수도 있는 문제에 대해 예측정보를 활용하는 경우에는 이러한 구간 추정에 의한 추정치를 활용하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

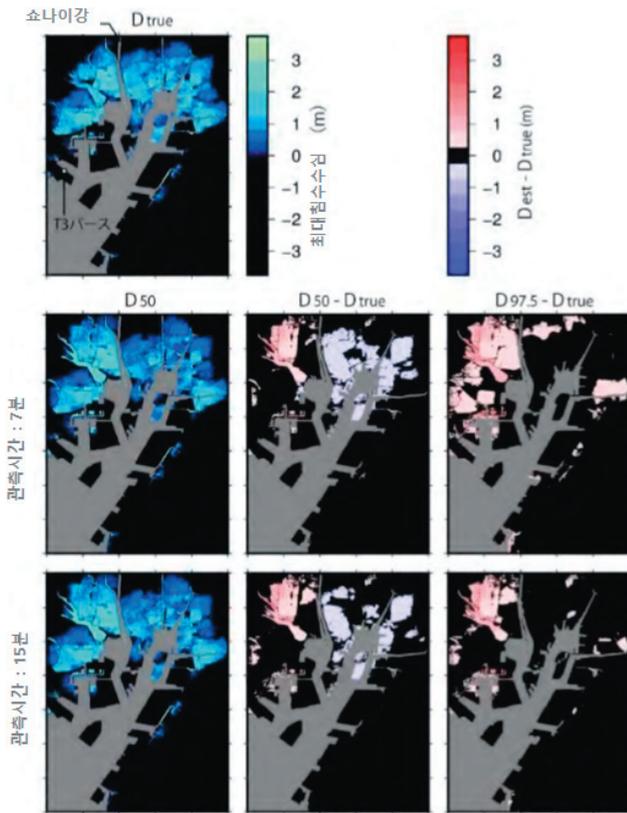


그림 8. 지진해일의 최대 침수 수심 평면분포도. 상단은 참(true) 분포, 중간과 하단은 각각 관측 시간 7분 및 15분의 해일 파형 데이터를 기준으로 한 추정치. Dtrue는 최대 침수 수심의 참값, Dest는 추정치이며 추정치 중 50%, 97.5%는 각각 D50, D97.5로 나타냈다(高川·富田, 2015).

5. 정리

근해 관측 파형 데이터를 기반으로 해일 침수 양상불 예측 틀에 대한 개요를 소개했다. 이들은 계층 베이지안 모델에 기반한 해일파 지진해일 파원 역해석 기법과 추정파원의 확률밀도분포에 기초한 몬테카를로 샘플링, 다수의 해일 파원에 근거한 해일침수 추정결과의 양상불 해석으로 구성되어 있다. 스김의 유효성을 검증하기 위해 南海 트라프에 거대 지진 해일을 상정하여, 南海 트라프 연안을 따라 설치된 GPS 파랑계의 관측 파형 데이터를 이용하여 나고야 항구에 내습하는 지진해일 파형이나 침수 상황을 예측하였다.

그 결과 시계열 파형 예측, 침수 면적 예측, 최대 침수 수심의 공간적 분포 예측 모두는 관측 데이터의 축적에 따라 신뢰구간이 축소 또는 예측 정확도가 향상되고 참값에 수렴하는 것으로 나타났다. 그러나 침수 예측이 참값에 수렴하기 위해서는 지반 변동의 영향을 고려하는 것이 필수적이었다. 또한 구간추정의 97.5%가 같은 끝 값을 이용함으로써 과소평가의 위험을 적절히 통제하는 예측정보가 제공 가능한지도 함께 보여 주었다.

저자소개

高川 智博 해상·항만·항공연구소, 항만항공기술연구소(국책연구기관)

수로측량 직업에 주어진 새로운 단계

Hydro International 2019, 5-6월호

경험이 많은 수로 측량사 브루스 칼더뱅크(Bruce Calderbank)에 따르면 수로 및 해양측량 경력에서 인증은 다음 단계에 해당한다. 캐나다 수로측량인증제도(Canadian Hydrographer Certification Scheme, 이후 CHCS)는 오스트레일리아 수로 측량 인증제도(Australasian Hydrographic Surveyor Certification Panel, 이후 AHSCP)와 마찬가지로 세계적인 인증제도에 속한다. CHCS는 수로 및 해양 측량사에 대한 인증을 진행하며 영어와 프랑스어로 인증 작업을 하고 있다.

왜 캐나다 육상측량 협회(ACLS: Association of Canada Lands Surveyors)인가?

캐나다는 60% 이상이 해안지대로 이루어져 있다. 이 지역은 캐나다의 3개 지역과 3,100개가 넘는 인디언 보호구역, 캐나다의 모든 국립공원을 포함한다. 캐나다 육상측량 협회(이후, ACLS)는 해안지대를 포함한 모든 캐나다 육상 측량을 책임지고 있다. 그래서 캐나다 육상 측량사는 캐나다 육상측량사가 아닌 캐나다 (영해 포함) 영토측량사로 읽어야 한다.

ACLS는 1985년에 설립된 국영기관으로 이중 언어를 사용하며 자율규제, 비정부 전문 기관으로 캐나다의 연안 지역에 걸쳐있는 실무 관할권을 가지고 있다. ACLS는 전문적이고 윤리적인 표준과 지속적인 전문성 개발(CPD: Continuing Professional Development) 요건을 통해 최고 수준의 전문 자격과 표준을 장려하고 시행한다. 이 조직은 CHCS를 관리하는데 필요한 효과적인 관리 능력을 제공하고, 필요한 법률적 규제 프레임워크를 갖추고 있다. CHCS는 2016년 4월 8일 국제 수로측량사 및 해도제작자 역량표준 위원회(IBSC: International Board of Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers)의 승인을 받았다.

왜 캐나다 수로측량인증제도(CHCS: Canadian Hydrographer Certification Scheme)인가?

CHCS는 수로 및 해양 측량사를 국제 표준에 따라 인증하기 위한 방법을 제공한다. 인증 프로세스는 수로 및 해양 측량 전문가들이 현대적 요구를 충족시키기 위해 적절한 기술, 지

식, 이해 및 경험을 갖도록 설계되었다. CHCS는 요건을 충족하는 사람, ACLS 회원 여부, 캐나다 또는 다른 곳에서 근무하는지 여부에 대한 개별 수로 또는 해양 측량 인증을 지원한다. 그것은 학술연구의 증거를 확인하여 국제측량사연맹(FIG: Federation of Surveyors), 국제수로기구(IHO: International Hydrographic Organization), 국제지도학회(ICA: International Cartographic Association)의 수로측량을 위한 역량 기준을 적용하고, 고용이력 및 관련 경험에 대한 상세한 평가와 함께 역량을 평가하고 인증을 수여한다. ACLS는 AHSCP가 관리하는 다른 IBSC 승인 지역 체계와 상호 인정 협정(MRA: Mutual Recognition Agreement)를 체결하고 있다.

CHCP의 활동

CHCS는 캐나다수로인증제도(CHCP: Canadian Hydrographer Certification Panel)에 의해 운용되고 있다. CHCP의 주요 활동은 캐나다 및 국제 응시자 모두를 엄격하게 검토, 조사한 후 적절한 경우 승인을 하는 것이다. ACLS는 적절한 자격과 경험을 가진 사람들이 인증제도에 지원하는 것을 장려하고자 한다. CHCP는 IHO의 Cat.A 또는 Cat.B 공인 학술 프로그램을 획득하기 위해 캐나다 학술프로그램을 권장하고 있다. 현재, 두 개의 Cat.B-S5 프로그램을 운영하고 있다. 2개의 프로그램은 퀘벡 주의 리무스키에 있는 CIDCO와 뉴펀들랜드와 래브라도에 위치한 세인트 존스 해양연구소에서 운영하고 있다. 프로그램을 통해 인증 받는 사람이 많을수록 캐나다 및 기타 학술 기관 또는 민간 기업이 Cat.A 또는 Cat.B를 제공할 가능성이 커진다.

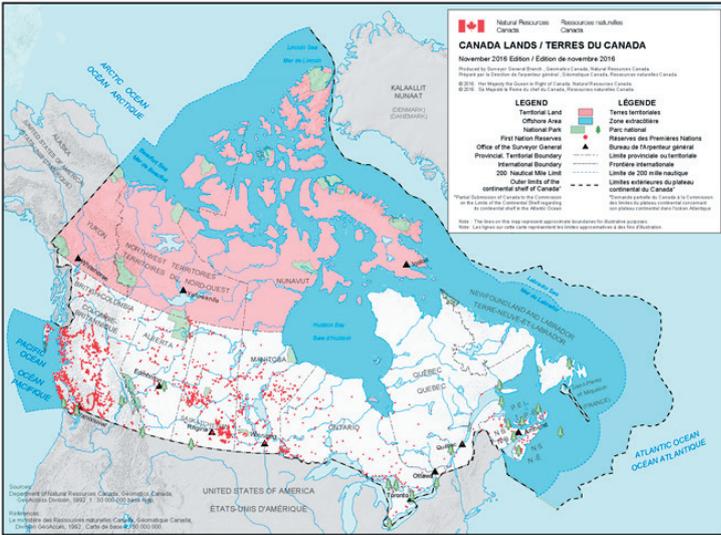


그림 1. 60% 이상이 해안지대로 이루어진 캐나다



그림 2. 인증은 경력의 다음 단계

CHCP는 캐나다 측량 전문가 협회(CBEPS: Canadian Board of Examiners for Professional Surveyors)가 C12 [그림 1] 및 E2 관련 과목의 내용을 개선하도록 지원했다. 그리고 CHCP는 CHCS가 2022년에 새로운 IHO S-5A와 S-5B의 재인증을 위한 표준을 준수하는지 검토할 예정이다. CHCP는 민간 산업체, 학계 및 공공기관의 구성원으로 구성되었다.

왜 인증이 필요한가?

인증은 교육, 이해 및 역량을 통합한다. 영국과학위원회는 인증을 “개인이 자신의 분야에서 전문적인 성실성과 역량을 입증했다는 것을 동료들에 의한 공식적인 인정”으로 정의한다. 2018년 중반 독일 수로학회(GHyD: German Hydrographic Society)는 수로학의 개별 인식 프로그램에 관한 설문지를 발

송했다. 조사 결과 중 하나는 제공되는 서비스의 품질, 역량, 경험, 경향 등이 업계 전문가들의 주요 관심사라는 점이었다.

수로 또는 해양 측량의 인증은 개인이 동료들로부터 두각을 나타낼 수 있도록 하며, 수로 전문성을 대중적으로 인정할 수 있기 때문에 바람직하다. 인증은 개인의 자신감과 기술을 향상시키고, 공식적으로 인정되고 구조화된 경력을 제공한다. 인증은 또한 민간 및 공공 부문에서 국제적으로 인정받는 진로를 제공하고 개인의 전문성과 역량 수준을 확립한다. 또한 해당 분야의 변화하는 기술을 사용자가 인지하도록 한다. 마지막으로 중요한 것은 무자격자 및 경험이 없는 사람이 이러한 서비스를 대중에게 제공하는 것과 관련된 위험을 줄이고 인증 보유자에게 업계 내에서 향상된 프로파일을 제공한다. 또한 자격기준 선정 조달 인증이 필요할 수 있는 사례도 증가하고 있다. 예를 들어, 2022년 4월 1일부터 수로 서비스 공급 계약에 따라 캐나다 정부에 수로 서비스를 제공하는 공급 업체는 수로 공인기사(CH) 또는 공인 수로기술자(CHTech)를 두어야 한다. 또한 이러한 자격기준 선정 규정을 사용하는 다른 정부와 민간 사용자들도 있다.

CHCP 인증이 필요한 이유

공인 인증을 취득하는 것은 다른 인증보다 유리하기 때문이 아니라 단지 다음 단계의 경력을 위한 것이다. 수로 및 해양 측량사를 위한 많은 자격이 있지만 국제적으로 인정되는 인증은 CHCP와 AHSCP 두 가지

지뿐이다.

CHCS와 AHSCP 인증제도는 지식과 이해에 초점을 맞춰 높은 수준의 역량을 요구한다. 그러므로 국가 및 국제 응시자가 광범위하거나(예를 들어, 항해용 해도 또는 석유 및 가스) 또는 특정(예: 항만측량 또는 불발탄(UXO) 조사) 부분에 대한 실제 경험이 필요하다. 두 인증제도 모두 동일한 기간의 경력과 프로젝트 보고서 또는 유사한 연수를 필요로 하며, 수로 및 해양 측량사에게 공개되어 있다. 캐나다 인증제도의 수수료는 ACLS 비용을 포함하며 비 ACLS 회원에 대한 초기 평가 수수료가 290파운드 미만이고 연간 재인증 수수료가 200파운드 미만으로 크게 부담스럽지 않다.

인증 절차(과정)

CHCS에는 두 가지 수준의 인증이 있다. 첫 번째 단계는 프로젝트 리더와 관리자를 위한 것이고 두 번째 단계는 기술자를 위한 것이다. 각 레벨은 개인의 학력에 따라 인증을 위한 다양한 경로가 있다.

FIG / IHO / ICA 공인 S-5 Cat.A 또는 Cat.B 교육 과정을 이수한 응시자는 인증을 받는데 더 많은 유연성을 가지고 있다. 그러나 다른 지원자들도 지원이 가능하며 그들의 학력, 훈련, 이해 및 경험에 대해서도 평가한다. FIG / IHO / ICA의 공인 S-5 Cat.A 또는 Cat.B 프로그램을 이수한 응시자는 관련 내용이 본인의 인증서에 포함된다. 또한 모든 사람은 예외 없이 프로젝트 보고서를 제공해야 한다. 수로조사의 경우 CHCP 가이드라인을 따르는 대신에 최신 버전의 IHO C-13 또는 국가 수로국에 의한 조사 보고서의 수락을 기반으로 보고서를 작성할 수 있다.

인증의 유지 관리

다른 우수한 개인 인정 프로그램과 마찬가지로, 지속적인 전

문성 개발(CPD: Continuing Professional Development)은 재인증의 핵심이며, CPD는 초기 교육에서 도출된 것 이상의 수로 및 해양 측량 역량의 지속적인 개발은 보여준다. CHCS의 경우 각 CH 또는 CHTech는 매년 1월 1일까지 재인증을 받아야 한다. CHCS와 AHSCP 모두 재인증에 3년 동안 45시간의 CPD를 필요로 한다. 여기에는 연간 5시간의 공식 과정이나 수로 또는 해양측량과 관련된 세미나가 포함된다. CHCS의 경우 CPD 관련 정보는 캐나다 GeoEd 웹사이트(www.geoed.ca)를 통해 입력해야 한다. 또한, ACLS(www.acls-aatc.ca)의 회원이 아닌 경우에는 전년도 작업 일지를 제출해야 한다.

참고문헌

Cigdem Asker, Tanja Dufek and Harald Sternberg, 'Individual Recognition Schemes in Hydrography', Hydrographic News, HN111, page 50, www.dhyg.de/images/hn_ausgaben/HN111.pdf

저자소개

Bruce Calderbank, F. RICS, CLS, CH, P. Eng, 공인 수로전문가 레벨 1, 공인 수로 측량사, 캐나다 수로 인증 협회 일원으로 수년 동안 ACLS에서 자원봉사자로 활동.

✉ bruce.calderbank@nucleus.com

SAR 센서가 장착된 신세대 측방음향측심기를 이용한 측량 가능성 모색

Hydro International 2018.03.28

1979년대에 첫 아날로그 시스템이 등장한 이래 측면주사음향탐지기(Side Scan Sonar: SSS)는 서너번의 혁명적 변화를 겪어왔다. 1990년대에는 시그널을 디지털화 하면서 시그널 품질도 올라가고 엄격성도 높아졌다. 2개의 주파수와 인터페로메트리 시스템을 통해서 향상된 해저지형 분석이 가능해졌다. 2000년대 중반에는 동적 포커스 방식에 의한 멀티빔 측면주사음향탐지기(SSS)가 처음으로 나타났다. 이 시스템은 처음으로 완전 소해할 수 있는 통합시스템으로 높은 해상도를 보장해주며 영상의 품질을 개선했다 [Key, 2000].

측면주사음향탐지기(SSS)의 한계

측면주사음향탐지기(SSS)는 지난 10년간 큰 변화가 없었다. 천해(淺海)에서의 후방산란 이미지를 무시하기 어려운 문제였지만, 영상취득을 위하여 멀티빔 음향측심기(MBES) 분야에 많은 진전이 있었다. 그럼에도 불구하고, SSS 해저 영상작업을 위한 도구로 여전히 중요한 장비였다.

거리에 따라 이동방향의 해상도에 변화가 있음

감도의 길이와 관련하여 빔의 회절 및 플랫폼 페이로드 용량의 한계와 관련이 있다. 탐지범위/해상도는 상반되는 관계로 필요에 따라 해상도를 최적화하기 위해 고주파수에서 작동하거나 적용 범위를 최적화하기 위해 저주파수에서 작동해야 한다.

플랫폼의 움직임에 민감성

SSS 사용할 때, 이동 경로에 따라 좋은 해상도를 얻기 위해서 빔의 각도를 매우 좁히게 된다. 이렇게 되면 심각한 내비게이션 제약으로 이어지며 플랫폼의 안정성이 떨어지면 영상에 왜곡이 발생할 수 있어서 물체를 탐지하는 능력에 영향을 미치게 된다. [Blondel, 2010]

픽셀의 위치 부정확성

SSS 위치지정 시스템(음향 또는 내부 항법시스템)과 함께 작동이 된다 하여도 플랫폼의 참조체계에서 영상을 만들어내는

표준화된 방법론과 지도상의 투영법의 문제가 정확한 지도상의 표시와 플랫폼의 움직임으로 보정하는 과정에 제한 사항을 유발한다. 따라서 모자이크가 생성되면서 어긋남과 왜곡이 발생하고 상당한 길이의 접면에서 재 위치지정작업을 해야 하며, 측량사가 라인 사이의 데이터 관리 처리작업을 해야 한다.

전통적인 측면주사음향탐지기 문제를 해결할 새로운 형태의 음향기

합성개구음향기(Synthetic Aperture Sonar, 이하 SAS)는 마이크로 네비게이션에 기반하고 있어 첫 번째 한계점을 극복하고 다른 두 가지를 일부 해결하는 최적의 시스템처럼 보인다. 자율무인잠수정(AUV)에 탑재된 SAS는 해상도가 중요한 장소에서 특히 해상 광구 상대 측정(Maritime Mine Counter Measures)과 같은 경우에 해저지표정보 탐지에 가장 적합하다. 하지만 이 시스템을 작동하는 과정은 매우 복잡하며 플랫폼의 움직임에 매우 민감하여 자율무인잠수정(AUV) 또는 능동적으로 안정화된 예인체(Towfish)와 같은 보다 안정적인 플랫폼에서 사용된다. 또한 마이크로 네비게이션에서는 두 개의 연속 획득자료 간에 중요한 중복이 필요하므로 측량 속도가 제한된다. 결국 많은 양의 데이터가 만들어지지만 항상 실시간 자료가 되지는 못하는 반면에, 원시 데이터로 저장을 하게 한다.

iXblue는 새로운 음향측심기시스템을 개발해 왔는데 이 시

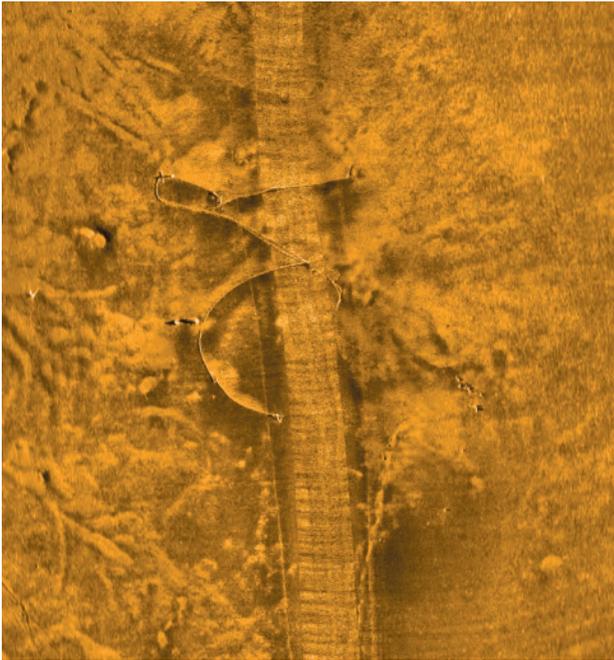


그림 1. SAMS 10센터 그리드 간격의 모자이크: SAS 커버리지와 갭 필러를 적용한 영상

시스템은 합성개구음향 시스템(Synthetic Aperture Mapping Sonar, 이후 SAMS)로 앞에서 언급한 여러 문제점을 해결하기 위한 것으로 다음 세 가지의 특징이 있다.

음향데이터, 관성 항법 그리고 음향 위치지정간의 세밀한 결합
이것은 모자이크된 각 픽셀에 초점을 두고 모자이크 상에 급변점에 대한 왜곡과 변형을 피하게 해준다. 절대적인 정밀도는 음향의 위치 지정시스템과 같은 반면에, 상대적인 위치지정은 관성항법시스템(INS)과 결합 덕분에 픽셀의 상대적인 위치결정은 거의 완벽해진다.

다중 채널 수신 및 다중 빔 통합과 결합된 넓은 전송 조리개
이 아키텍처는 열악한 탐색 조건에서 수동 플랫폼에서도 완전한 적용 범위를 보장한다. 멀티채널 수신은 멀티빔 측면주사음향탐지기(SSS)와 같이 다이내믹 포커싱이 가능하다. 넓은 투과 조리개와 결합된 상대 변위의 정확한 측정으로 여러 번의 반복에 걸쳐 통합을 수행할 수 있다. 이러한 다중 빔 통합은 연달아 있는 두 개의 합성개구 영상절차를 실시간으로 할 수 있다.

단계적으로 통합되는 방식으로 시그널 폭을 합치는 일 [Allais, 1998]
시그널과 노이즈비율을 구하고 동시에 노이즈를 줄일 수 있으므로 영상 품질의 상당히 개선시킬 수 있는 방식을 취한다.

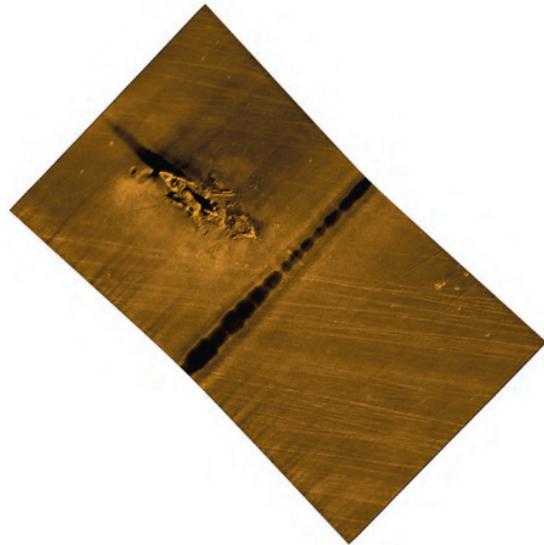


그림 2. 단일음향측심기와 합성개구음향기를 DELPH 소프트웨어로 10cm 그리드 해상도로 모자이크한 결과물

시그널 폭과 페이지를 합치는 동시 통합 방식
해상도를 상당히 개선하기 위하여 iXblue는 SAS 결과를 수동적인 유선방식에 맞추어 6 factor 수준까지 보장한다. 예로 SAMS MT3000은 100kHz 단일측심기의 범위에 600kHz의 해상도를 보여준다.

실제로 통합가능한 측량 플랫폼
SAMS는 여러 종류의 센서로부터 데이터 취득과 위치결정을 동시에 수행할 수 있어서 하나의 통합 플랫폼이라고 할 수 있다. 포지셔닝 시스템 및 SSS 외에도 SAMS 플랫폼에는 간섭계 시스템, 갭 필러 역할을 하는 MBES, 지층탐사기(Subbottom Profiler), 핑거 로케이터(pinger locator) 및 자력계가 내장되어 있다. iXblue의 Delph 소프트웨어를 사용하여 모든 동기화 된 센서 및 탐색 데이터가 3D 환경에서 실시간으로 처리 및 가시화 된다. 이를 통해 측량하는 곳에 대한 분석을 향상시킬 수 있는 데이터 융합이 이루어진다.

여러 분야에서 적용 가능한 전체 제품 범위 SAMS 시리즈는, 최근 수로측량에서 많이 요구되는 예인체(towfish) 원격무인잠수정(ROV), 자율무인잠수정(AUV)과 같은 다양한 플랫폼에 통합될 수 있다.

- SAMS ST1000은 INS와 음향측심기 등 여러 위치결정 시스템과 연결만 하면 바로 사용할 수 있는 장착형 시스템이다. 전통적인 측면주사음향탐지기(SSS) 만큼 설치가 쉽고 광학 연결이 불필요하다. 움직이는 경로에 따라 500미터 관측 폭에서는 10미터 보다 정밀한 해상도를 보여주고 있으므로 천해 및 대륙붕에 활용하는데 최고라 할 수 있다.

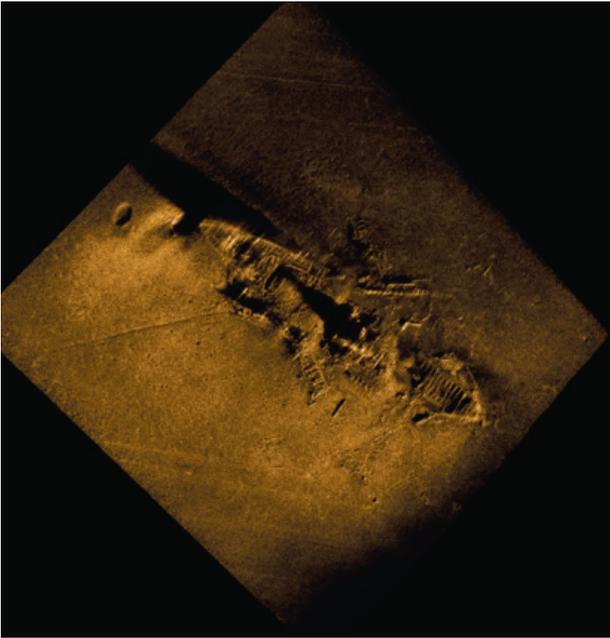


그림 3. 동시에 합성개구음향측심기로 3cm그리드 해상도로 모자이크한 결과물

- SAMS MT3000은 3,000m 깊이를 장착가능한 수로 측량 플랫폼이다. 800m의 관측 폭을 가지며 15cm미터의 지속적인 해상도를 갖는다. 이 음향측심기는 케이블 설정이나 현장 조사에 가장 적합하며, 현지의 험한 환경에서 잘 버틸 수 있다.
- SAMS DT6000은 자체중량(dead weight)과 비상 복구 시스템을 통합 한 능동형 부력을 갖춘 심해 예인 플랫폼(6000m 깊이 등급)이다. 1,800m의 관측 폭과 40cm의 일정한 해상도 유지가 가능하다. SAM DT6000은 심해 지구물리

탐사 또는 구조탐색에 사용할 수 있는 도구다.

몇몇 해양 연구소 및 수로 서비스 기관에서는 현재 SAMS 시스템이 장착되어 있으며 상업적인 SAS 사용에 대한 과도한 제약을 피하면서 측면주사음향탐지기(SSS)의 기존 한계를 초과하는 유익한 임무를 수행하기 위해 이를 운영하고 있다.

따라서 SAMS 시리즈는 위치지정 및 내비게이션 기능을 통합하고 실시간 일관성 및 비정합 SAS 통합을 수행하여, 기존 이미징 SSS의 기능을 확장하여 모든 수로 측량사에게 SAS 기술을 사용할 수 있게 한다.

* 운송비 및 부가세를 제외하고 Geomares는 실시간으로 또는 비 실시간으로 SAS 통합기술을 보여주었으며 모든 수로측량에 적용가능하다. 이러한 여러 기술을 혼용하면 관측폭, 해상도, 영상품질 및 커버리지 비율 및 절대 픽셀 위치측량 정확도를 고려하여, 주어진 환경조건에 따라 최적의 이미지 확보가 가능하다.

 더 볼 수 있는 자료

Key, W. H. (2000). Side scan sonar technology. In OCEANS 2000 MTS/ IEEE Conference and Exhibition (Vol. 2, pp.1029-1033).

Blondel, P. (2010). The handbook of sidescan sonar. Springer Science & Business Media.

Belletini, A., & Pinto, M. A. (2002). Theoretical accuracy of synthetic aperture sonar micronavigation using a displaced phase-center antenna. IEEE journal of oceanic engineering, 27(4), 780-789.

P. Alais, P. Cervenka, P. Challande, V. Leseq, Non coherent synthetic aperture imaging, Acoustical Imaging 24, 1-8, Plenum Press, 1998

위성기반 수심측량: 해저 지도화에 안정화된 도구인가?

Hydro International 2019, 3-4월호

최초로 수로국에서 위성기반의 수심측량 방식을 다른 조사 방법과 별개로 해도제작을 위한 고해상도 수심측량 도구로 사용하기 시작한 지 겨우 2년 정도가 지났다. 이러한 방식은 LINZ PRNI 프로젝트를 통해 최근 원격탐사를 이용한 지도화 작업이 요구되고 있다. 최초의 물리적 접근 방식이 개발된 지 20년이 넘는 점을 감안할 때, 2년이면 독립적인 지도화 마련에는 상당히 짧은 기간이라고 할 수 있다.

시드니에서 열린 '2018하이드로'에서 몇몇 대표단이 시장 전반에 걸친 변화에 관해 다음과 같은 의견을 개진하였다. 즉, 위성기반 수심측량(SDB Satellite derived Bathymetry)은 원양 또는 확장된 천해지역을 위한, 가치 있고 경제적인 측량 도구로서 또는 항해안전을 증가시키기 위한 측량 및 수로학자의 주요 도구로 자리 잡았다. 석유/가스 및 엔지니어링 회사와 같은 해양산업체들은 최근 10년 동안 개별 실험이나 표준화 실험에서 이러한 측면을 연구해 왔으며, 천해를 지도화하기 위한 조사 도구로서 SDB를 실용적으로 구현하였다(예: Shell 2014(1)). 한편 이러한 시장 수요와 과학적 정보 교환의 부족은 독일에서 열린 제1차 국제 위성기반 수심측량 컨퍼런스(그림 2)와 캐나다에서 열린 HRS 워크숍 및 2019년 호주에서 열린 제2차 국제 위성기반 수심측량 컨퍼런스 등의 일련의 회의와 워크숍이 생기는 계기가 되었다.

그러나 이미 SDB가 세계의 천해지역이 제공하는 모든 다양한 조건에 대한 우수사례, 요구사항, 품질보증프로세스, 한계 및 불확실성의 측면에서 정말로 이해되고 있는가? 이 분야의 수로측량사와 전문가에게 SDB 방법을 이해하고 표준을 정의하며 요구사항을 정의하는 도구상자를 제공하는 것은 여전히

힘든 과제이다.

측량사들에게 있어 음향측심장비, 전략 및 프로세스가 일정한 품질 표준을 달성하기 위한 목적에 적합하다는 것은 잘 알려져 있다. 광범위한 교육과 국제적으로 인정되는 자격 프로그램은 이미 이런 기술에 대한 견고한 기반을 제공한다. 그러나 SDB 도구에 대해서는 최소한의 교육 또는 유사한 교육이 존재하지 않는다. 이것은 특히 중요한 문제이다. 왜냐하면 SDB라는 포괄적 개념은 천해영역에서도 광범위한 데이터 수집기술을 포함하며, 이들은 기존과 다른 시야각 아래 식별 가능한 매칭 포인트를 삼각 측량하고, 파동 패턴 및 움직임을 측정하며, 다양한 스펙트럼 분석 및 데이터 처리방식과 함께 대규모의 지형 변화 또는 다중 및 초분광 측정과 관련된다. 이러한 방법은 수직 해상도(50cm에서 수백m), 장애물 식별, 최대 지도화 수심 및 불확실성을 명시한다. 이러한 SDB방법의 역량은 국제(EU 프로젝트 BASE-플랫폼) 및 국가 수준의 여러 프로젝트의 주제가 되어 왔다.

여러 기술적인 이유로 다중분광 데이터는 가장 높은 데이터 밀도, 해상도 및 정확도를 제공한다. 예를 들어 10m의 Sentinel-2 및 Worldview 2와 3은 최대 1m급의 해상도를 제공한다(그림 3). 따라서 다중분광 데이터는 고품질 및 고해상도 천해 측정법의 시장 수요를 충족시킬 수 있는 잠재력이 가장 높은 제품이다. 간단히 설명하면, 이 방법은 서로 다른 과정에서 반사된 빛의 강도를 위성 센서에 기록하면서 수심에 대한 정보도 포함한다. 또한 복잡한 모델 반전 방법(complex model inversion method)을 사용하여, 위성의 데이터에서 수심 정보를 계산할 수 있다. 다중분광 센서 사양은 이론적으로 달성할 수 있는 공간 분해능과 데이터 밀도를 결정한다. 이와는 달리 신호처리 방식의 특정 접근방식은 수심 또는 불확실성이 실제 지상검증없이 추출될 수 있는지 여부

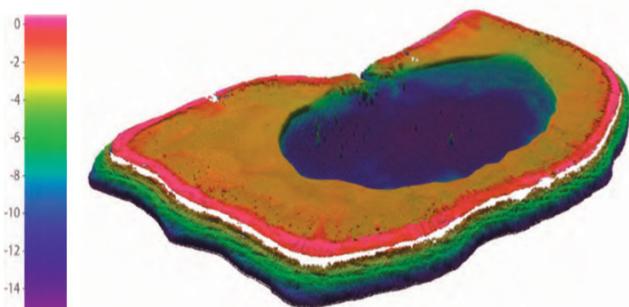


그림 1. Beveridge Reef 조사의 수심 / 2m 수평 해상도의 Beveridge Reef 위성기반 수심측량(SDB)

를 포함하여 실제 달성이 가능한 결과물을 낼 수 있다. 정밀성과 정교함에 대한 훈련을 받은 엔지니어와 측량사가 어떻게 응용 분야에 가장 적합한 SDB 데이터를 사용하고 조직은 성과와 정확성을 개선하기 위한 혁신을 추진할 수 있을까?

고품질을 지향하는 것을 요구사항으로 규정하고, RFQ의 이행을 적극적으로 요구할 경우, SDB 제공업체와 연구원은 더욱 개선된 데이터 제품과 더 나은 원격탐사 장비의 제공기술에 대한 투자를 지속할 수 있다. SDB의 비용이 기존의 조사 기술보다 훨씬 저렴하기 때문에 수직적 정확성을 개선하고 불확실성을 줄이기 위한 지속적인 노력은 가치가 있는 것으로 보인다. 확실히, 육지에서의 산란, 정확한 대기 및 수주(water column) 보정, 병렬 다중 이미지 데이터 처리 접근 방식 및 센서 사양과 데이터 분석기술 간의 상호 작용과 같이, 여러 수준의 필요한 신호 보정 범위 내에서 훨씬 더 많은 것을 탐지하고 개선할 수 있다.

처음부터, 현재 SDB의 한계를 넘어서는 것을 목표로 하는 연구 활동은 EOMAP사가 역점을 두고 해왔던 일이다, 우리는 이 기술을 개선하고 시장을 확보하며 지속적인 개선을 가져올 핵심 원칙에 대해 믿는다. 여기에는 (a) 태양에서 지표면, 그리고 센서에 이르기까지의 경로에 따른 빛의 상호 작용에 대한 물리적 이해, (b) 완전히 투명하고 추적 가능한 데이터 생산 절차, (c) 표준화되고 문서화된 작업 흐름, 마지막으로 (d) 숙련된 SDB 전문가들의 프로세스 및 QA/QC 절차 관리까지를 말한다. 그러나 이러한 활동은 인식과 역량 강화 프로그램, 그리고 인증까지 함께 진행되어야 한다. 요구사항을

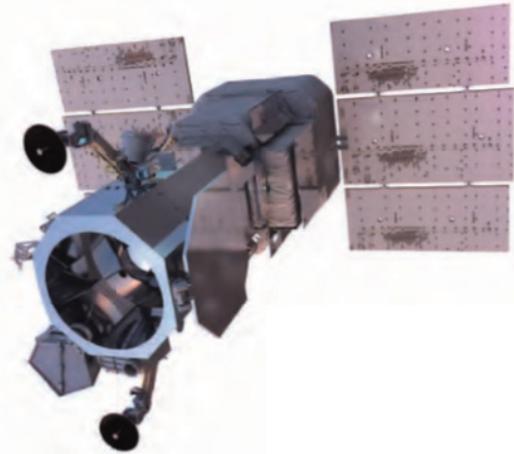


그림 3. SDB 데이터 분석을 위한 고해상도 멀티스펙트럼 입력 데이터를 제공하는 DigitalGlobe의 Worldview-3 위성. (c) 2019, DigitalGlobe.

정의하고 모범 사례에서 이러한 데이터를 작성하고 구현하기 위해서는 수로학자 및 측량사의 이해가 필수적이다. 국제회의에서의 강의들과 호주에서의 SDB Day 컨퍼런스, 및 여러 수로 기관과 Seefeld castle(지역이름) 본부에서의 내부 교육은 모두 SDB 사용자들이 이 기술을 최대한 활용할 수 있도록 지식을 늘려주기 위한 노력의 일환이다.

SDB나 관련 항공 솔루션을 넘어서 더 앞서 생각해 보면, S-100과 같은 새로운 유연한 표준은 다양한 목적을 위한 다른 디지털 데이터의 사용을 촉진할 준비가 되어 있다. 위성 및 원격 감지 기반 정보 흐름에는 해저 서식지 지도, 수질 및 해수 상태 데이터와 같은 더 많은 정보가 제공된다. 학습, 혁신 및 응용프로그램 개발의 나선을 따라 진행되는 여정은 계속된다.



그림 2. 열린 제1차 국제 SDB(위성기반수심측량) 컨퍼런스 참가자 단체 사진(2018년 6월, 독일 뮌헨)

참고문헌

www.onepetro.org/conference-paper/IPTC-17346-MS Siermann, J., Harvey, C., Morgan, G., Heege, T. 2014: Satellite derived Bathymetry and Digital Elevation Models (DEM). IPTC OnePetro Journal

저자소개

Thomas Heege EOMAP 설립자, 수중 원격탐사분야에 25년 이상 경력을 가지고 있으며, 전세계 다양한 프로젝트를 수행. 2006년 회사 설립. 독일 우주항공국에서 여러 프로젝트를 관리했고, 뮌헨과 콘스탄츠의 습지연구소에서 일했음. 콘스탄츠에서 물리학을 전공하고, 베를린 자유대학에서 2000년 우주 원격탐사 분야에서 박사학위를 받음.

IALA 2019년 정기회의에서 논의된 e-Navigation 편의 연구 발표

Anne H. Steffensen, Director General and CEO, Danish Shipping

안네 스테펜센은 덴마크의 물류산업이 전 세계에 6위를 차지할 만큼 중요하며 최근에 그 물동량이 증대하고 있음을 보고하고, 선박 물류에 미치는 새로운 기술 동향 중 2가지의 영향에 대한 의견을 발표하였다. 두 기술중에 하나는 육지 기반의 기술로 전세계 무역정보가 디지털화 된다는 점이며, 기존 아날로그에 비해 약 15% 정도 무역량이 늘어나는 효과를 보여주고 있다고 강조하였으며 다른 하나는 바다 기반의 기술로 자동운항선박의 수준에 관한 것이었다.

우리는 항해자들과 환경 두 가지 측면에서 새로운 기술을 요구하고 있다. 자동운항선박은 반드시 사람이 타지 않은 선박을 의미하는 것이 아니라, 선박에서의 여러 활동에 있어서 자동화를 통해 과도한 업무를 줄이고 배출량을 줄일 수 있도록 도와주는 무인화 부분을 모두 포함한다. 미래의 상업물류의 변화에 미치는 이러한 기술은 선박의 운송과 안전의 최적화에 큰 도움을 준다. 발표자는 지난 2년간의 변화가 다소 과하게 평가된 부분이 있고 지난 10년간의 변화는 저평가 되었다고 말하고 있다. 규제와 경쟁은 혁신과 변화를 야기한다.

사이버 상 안전은 모든 회사와 물류 커뮤니티 전체가, 여러 수준에서 고려되어야 한다. 2017년에 Maersk에 가해졌던 사이버상의 공격을 예로 들어 설명하였다. 지난 한해 동안 덴마크 물류회사 중 69%는 사이버 공격을 받았으며, 디지털로 움직이는 물류에서는 보안 문제를 잘 대처하는 것이 중요하다. 또한 이산화탄소 배출 및 오염물질 발생과 관련된 규제가 늘어나면서 이에 대한 기술적 대책마련이 필요하다. 토론에서는 과거의 관행을 벗어난 기술수용의 중요성을 설득하고, 미래에 대한 투자 없이는 위험에 바로 노출될 수 있음을 자각하고 회사 간 정보공유의 필요성도 논의가 되었다.

선박에서 발생하는 사고의 75%가 사람에 의한 실수로 발생하며, 센서와 연결된 정보를 선원에게 잘 전달하는 정보화의 중요성을 강조하였다. 카메라 및 레이더 센서를 이용한 정보 처리 관련해서 '19년 4월에 테스트가 있었다. 이러한 기술은 하역 상에 위험을 줄이고, 생산성을 높이고, 운영데이터를 증가시키는 결과를 도출하였으며 일자리 감소에 대한 위험을 오히려 줄일 수 있음을 강조하였다. 선박에 여러 센서를 부착하는 작업은 작은 쓰레기 때문에 생기는 잔고장 예방 및 위치에 대한 오류 등을 줄이고, GPS 기능 정지 등의 환경에서 보조적 수단을 사용할 수 있다. IMO의 요구로 제작된 STM 프

로젝트는 자동화 내비게이션과 연계하여 전체 물류 회사에서 변화를 가져올 수 있는 선박정보화로 연결된다.

콩스버그의 e-내비게이션과 관리자 업무에 대한 발표에서는 SESAME 솔루션 II 테스트베드 프로젝트로 SESAME 해협에서 실시되었으며, 선박 교통량 관리시스템과 연계하여 2021년에 시장에 내놓을 계획이다. e-내비게이션을 도입하는 과정에 배와 육지에서의 업무량 변동에 대한 이슈가 있었는데, 단순 업무량 증가(burden)와 업무 변화(workload)의 차이점을 설명하고자 했다.

노르웨이의 3개의 VTS센터와 싱가포르의 MPA 관측센터와 영국의 도버 채널 내비게이션센터와 사우스햄턴항에서 테스트가 이루어졌다. e-내비게이션 서비스는 안전도를 높이고, 효율성을 개선하고 위험과 오염을 낮출 수 있을 것으로 예상했다. A급 선박에서 의무적이고 자동화된 의무 리포트기능과 같은 서비스는 행정적인 업무 부담을 줄여주고, 안전관리와 같은 더 중요한 업무에 몰두할 수 있도록 해준다. 그러나 이러한 업무 감소의 부분은 충분히 테스트 되지 않아서 무조건 그렇다고 가정할 수는 없었다.

SESAME 프로젝트 진행시 업무로드가 e-내비게이션 설치 단계에서는 오히려 늘어날 수도 있지만 한번 설치 후에는 줄어들 것으로 보았다. 이 가설도 좀 더 테스트가 필요하다. SESAME 프로젝트II에서는 선박에서의 업무와 지상에서의 업무량에 미치는 정도를 연구하고자 하였으며, 그 영향이 알려지는대로 계획을 진행할 것이다. 더 많은 자동화 솔루션을 만드는 것을 목표로 하며, 여러 서비스들이 관리자인 사람의 간섭을 미미하게 하고자 한다. 그러나 자동화는 또 다른 문제를 야기할 수 있으며, 기술에 대한 사람들의 신뢰 여부가 주요 쟁점이다. 따라서 SESAME 기술이 어떤 식으로 자동화에 대한 항해자의 신뢰를 향상시키면서 구현될 것인가를 연구해야

할 것이다. 이에 대한 토론은 경보 시 부가되는 문제를 해결하는 방향보다는 이슈를 시각화하는 쪽이 더 필요하다.

e-내비게이션 정보교환과 협업은 항공과의 연계 속에서 강화될 수 있다는 스웨덴 연구소의 발표가 있었다. 두 가지 이슈로, 유사한 산업에서 디지털화가 이루어지면서 어떤 혜택이 있었는가와 교환을 찾는 것, 그리고 신기술이 지금부터 향후 10년간 어떤 영향을 줄 수 있는가에 대한 것이었다. e-내비게이션 개념과 이미 논의 중인 표준, 현재 구현되어 작동하는 e-내비게이션, 최종 단계의 e-내비게이션에 대하여 논의하였다. 결국 디지털화는 데이터 교환에 방점을 두게 마련이며, 서로 다른 관계자들 사이에 믿을 수 있는 데이터, 검증된 데이터를 교환함으로써 혜택과 가치가 발생한다는 점이다. 항공 분야에서 데이터를 공유하면서 협업을 해온 사례를 들어 협업적 의사결정은 항공 운항에 있어 신뢰와 효율을 높이고, 항공 모드에서 탄소배출량을 감소시키는데 기여하였다. 테스트 베드와 e-내비게이션 프로젝트는 항공분야에 영감을 받아 새로운 교환과 새로운 개념을 불러일으켰으나 여전히 해상교통 생태계에 니즈와 환경변화에 더 방점을 두기는 하였다. 핵심적인 결론은 다음과 같다.

- e-내비게이션은 이미 실제로 진행되고 있다
- e-내비게이션의 진행은 계속되어야 한다.
- 항공에서 경험한 발전은 해양 분야에서도 영감을 충분히 주고 있다.
- 데이터 교환과 협업적 의사결정은 효율적이고 효과적인 해상교통 도메인을 위해 최고라고 할 수 있다.



e-NAVIGATION-UNDERWAY-INTERNATIONAL-2019

e-내비게이션을 적용할 시간, 구현이 늦어지고 있는 중간단계에서 사고에 대한 연구를 노르웨이의 토마스 포라트가 발표하였다. 그 내용은 새로운 e-내비게이션 기술이 구현될 때, 관리기관으로부터 무엇을 요구해야하고, 관리기관은 구현 서비스를 어떻게 이용하는가에 대한 것, 자율 또는 스마트 해상 물류를 위해 무엇을 준비해야 하고 안전을 보장하고 위험을 막을 수 있는가에 대한 것이었다.

e-내비게이션 구현속도는 연구결과와 반드시 일치하지 않는다. 반면에 사고는 계속 발생한다. 어떤 방식으로든 배위에서든 육지에서든 해양 정보를 수집하고, 통합하고 교환하고 표출하고 분석하는 과정에 대한 연구를 수행해야 한다. 이러한 결과는 EfficienSea, MONALISA, ACCSEAS, SESAME 그리고 STM 과 같은 프로젝트에서 계속 나오고 있다. 항로지정 표시, 항로 제안, 해양안전정보, 동적으로 변화하는 이동금지 지역 등에 대한 서비스는 구현단계에 거의 이르렀다. 예로 항로 교환과 같은 서비스는 아직 여러 프로젝트에서 연구 중이며 Moving Haven과 같은 가시화 프로젝트와 함께 특정 유형의 사고 저감 효과가 있다. 최근 두 개의 사고를 피할 수 있었는데 하나는 2018년 7월 스웨덴에서 차를 운반하던 선박이 바다에 닿는 사고였으며 다른 하나는 2018년 11월 노르웨이에서 석유탱커선과 군함 간의 사고였다. 이 발표에서 이 정도의 상태가 계속되는 것을 언급하면서도 미래로 더 나아가야한다는 점을 밝히며, 사람과 기계의 상호작용은 의사결정과 의사결정지원이라는 부분을 예로 들어 설명하였다. 현재 구현은 다소 늦어지고 있으나 의심할 것 없이, 선박물류는 열린 바다를 향한 치열한 경쟁, 그리고 특별한 해양계획과 같은 새로운 변화와 도전을 맞게 될 것이다. 논의의 핵심적인 결론은 다음과 같다.

- 연구를 통해서 e-내비게이션 결과가 계속 나오고 있다.
- 구현 절치는 앞으로 더 지속될 필요가 있다.
- e-내비게이션 연구에서 나온 결과 발표는 해양 회복력에 더 도움이 된다.

출처

<https://www.iala-aism.org/content/uploads/2019/03/e-Navigation-Underway-International-2019-Report.pdf>

지도학 적용 우수사례: 교육은 공간정보 사용자에게는 필수요소임

GIS기술과 기능을 이해하고 활용할 수 있는 전문가 인력에 대한 지속적인 수요에 부응하기 위하여 여러 대학과 전문대학, 심지어 고등학교에서도 지리정보 관련 과목과 자격증 및 프로그램 개발이 늘어나고 있다.

일자리에 있어 경쟁력을 가지려면 모델을 만들고 표와 여러 산출물을 만들어 낼 수 있는 소프트웨어 플랫폼에 대한 명령어를 순서대로 입력할 수 있는 기술 이상의 무엇인가를 배워야만 한다. 공간정보 시장에 입문하려는 학생들이 열심히 준비해야 할 것을 세 가지로 요약해 보면 다음과 같다. 첫째는 비판적 사고를 통해 여러 경로가 있을 때, 어떤 GIS와 통계를 이용해서 주어진 문제를 풀어낼지 선택할 수 있는 능력이다. 둘째는 데이터 오류와 불확실성 그리고 데이터의 관리 등을 이해하고, 데이터를 책임지고 사용할 수 있는 것이다. 마지막으로 공간정보 분석결과를 지도와 그래픽을 이용하여 효과적으로 의사소통할 수 있고 시각화할 수 있는 능력이다.

거의 모든 공간정보 소프트웨어를 사용하는 과정은 주어진 데이터를 가지고 지도, 이미지, 차트 만들기로 시작하고 그것으로 끝난다고 할 수 있으며 여러 시각적 요소를 최적화시켜 담아내는 것을 관한 훈련이라 할 수 있다. 2013년 지리정보 대학 컨소시엄 회의 시 거장인 로저 탐린스는 GIS의 힘에 대한 질문에 대해서 “공간정보는 신뢰성이 알려진 데이터와 잘 만들어진 지도를 통해서 우리로 하여금 우리의 세상에 대한 여러 질문을 하고 답을 할 수 있는 능력을 제공한다.”라고 하였다. 지도와 그래픽은 우리가 공간정보 환경하에서 성취한 여러 위대한 것들의 근간이므로, 우리는 지리정보 전문가에게 지도를 효과적으로 디자인하고 제작하고 사용하도록 교육해야 한다고 하였다. 다른 여러 주제의 부가적 요소가 아니라 지도 자체에 대한 개념, 기술 미학적 요소를 강조하는 교육에 힘써야 한다는 것이다.

지도학은 공간정보 관련 학위 프로그램에서 가장 기본이 되는 요소이다. 이상적으로는 학생들이 강의를 등록하기 전에 지도학적 디자인에 대한 기초 강의와 실습을 마친 후에 GIS 강의를 수강하도록 해야 한다. 콜로라도 볼더에 위치한 콜로라도 대학에서는 이와 같은 과정을 따르고 있는데 모든 지리학 전공 학부생은 지리정보를 이용한 지도제작 과목과 기초

통계 과목을 이수하도록 규정하고 있다. GIS 전공자는 이 두 과목을 이수해야만 다음 단계인 공간분석과목을 들을 수 있다. 이 세 과목을 이수한 이후에, 학생들은 모델링, 공간정보 프로그래밍, 웹 지도제작 및 프로젝트 관리와 같은 과목을 수강할 수 있다. 공간정보와 계산통계학 분야 트랙의 졸업장을 받기 위해서도 이와 유사한 필수과목을 정하고 있다. 네 명의 교수들이 과목을 가르치는데 일부 대학에서는 더 많은 과목과 전임교수를 제공하기도 하고, 다른 곳에서는 소규모로 제공하기도 한다. 한두 명만의 교수를 보유하고 있어도 GIS 분야는 지도학과 연계된 실습이 반드시 수반된다. 공간정보 분야의 과제는 지도 디자인과 시각적 논리에 관한 코멘트를 수반하게 된다. 모든 콜로라도 대학생들은 ArcGIS와 오픈소스 툴, 파이썬, R스튜디오, 주피터 노트북 등의 소프트웨어와 개발도구를 사용한다.

오늘날 지도학은 어느 부분을 포함해야 하는가? 지도의 축척, 투영법, 기호화, 타이포그래피 등을 포함한 기초적인 기술과 더불어 인간의 시각적 능력에 대한 논의를 포함해야 한다. 한 예로 교수들은 자크 베르틴의 시각화 변수 시스템과 신시아 브루어가 주장한 「**광학적 혼동**」(사람들이 그래픽을 잘못 이해하는 현상) 사례를 함께 다루어야 한다. 혹은 지도로 애니메이션을 만들거나, 지형 위에서 비행하며 움직이는 사례, 역학적으로 연계된 데이터 보기, 공간적 값의 표출로 몰입하게 하는 사례, 사용자와 상호작용을 하는 웹 지도를 만들거나, 증강 현실을 이용할 경우 학생들이 지도와 그래픽을 이용하여 무엇을 성취할 수 있는지 이해할 수 있게 도와준다.

학생들이 ArcGIS를 사용하여 오리건주의 포틀랜드시의 데이터 셋을 가지고 여러 장의 지도, 인구밀도와 여가 기회에 대한 정보를 표시하도록 하였다. 여러 장의 지도의 균형 잡힌 배치와 효과적인 데이터 분류를 할 줄 알아야 하며, 오류 정보도 명확하게 보여주어야 한다.

지도학적 스킬은 공간적 의존성에 대한 이해를 돕도록 해 준다. 한 예로, 왈도 토블리의 제1의 지리법칙인 가까운 것은 먼 곳에 비해 유사하게 보인다는 “거리의 법칙”. 축척이 변하거나 해상도가 변하면 공간정보의 모습과 상호관계가 있기도 하고 없기도 하게 영향을 준다는 “축척민감성”, 오류와 불확

실성은 데이터 셋에 따라 달라질 수 있고 이것이 그대로 지도에도 반영된다는 점을 이해해야 한다. 지도학 수업에서는 모든 학생들은 데이터의 레이어를 선택하거나 제거하는 작업을 해가면서 정보의 여러 특성을 깨닫게 된다(실례로, ‘지형과 물은 식생과 행정경계보다 축척 변화에 더 민감하다’는 것 등이다).

콜로라도 대학의 지도학 과목은 강의와 실습 기간을 모두 포함한다. 학기 전반은 주제도 실습을 통해 ArcGIS 인터페이스에 대한 사용법을 배운다. 각각의 실습은 시나리오에 기초하여 사람들이 폭풍해일에 이어 발생한 침수지역을 피해 도시에서 탈출하도록 돕는 지도를 만든 상황을 가정한다. 수치고 도자료, 교통네트워크 기타 주요지점 레이어와 해일영향지역면(폴리곤)을 데이터로 제공한다. 과제는 학교, 교회, 병원을 선택하고 다양한 레이어를 중첩하여 일반인이 피난 루트를 따라서 안전한 장소로 이동할 수 있는 7개의 주요지점을 결정하도록 한다.

학기 후반부에 가서는 학생들이 데이터베이스를 만들어서 한 판넬에 여러 지도를 제작하도록 하고, 도시 위원회 회의를 가

정하여 설명할 수 있는 인구밀도 주제와 자연 여가활동 기회에 대한 주제를 담도록 한다. 학생들은 매주 다른 레이어를 처리하는데, 지형 데이터를 리샘플링하는 작업, 음영지도를 생성하고 높이값의 라벨을 붙이는 작업, 복잡한 하천을 단순화하는 작업, 곡선의 지형지물에 직선 이름을 배치하는 법, 도로와 교차로에 지명을 적절히 넣는 법을 배운다. 학생들은 매주 처리한 자료를 데이터베이스에 저장한다. 교수자는 미국 통계 데이터를 이용하여 단계구분도를 생성하는 법과 데이터 분류방법, 잔차(殘差) 분석법 등을 강의한다.

수업 마지막에는 지리정보 데이터베이스를 제작하고 구성하는 방법을 배우고, 아크 카탈로그에서 작업하는 법과 아크 툴박스를 이용하여 신뢰도를 작성하는 법과 아크 맵을 이용해서 지도의 여러 요소를 배치하는 기능을 익히도록 한다. 그리고 이러한 일을 다 수행하고 나면 모델링, 위상 그리고 데이터 편집 등의 데이터 분석 단계로 진입할 수 있는 준비가 된다.

공간정보학을 처음 가르치기 시작하면서 최적의 훈련 과정을 제공하기 위해서 공간정보 교육자는 무엇을 할 수 있을까? 우리는 학과 과정을 작게 시작해서 조금씩 차근차근 늘리라고 조언하고자 한다. 1996년에 바버라 버튼필드가 콜로라도 대학에 부임하였을 때는 공간정보 교육과정이 거의 제대로 된 것이 없었고, 한 반만이 오래된 행 단위의 ArcInfo 명령어를 가르치고, 단 하나의 지도학 수업은 그래픽 프로그램만 있었다. 콜로라도 대학은 학부 졸업장 과정을 만들기까지 한 단계 그리고 한 명씩 교수진을 구성해 왔다. 최근에는 석사과정과 전문 석사 등을 포함하여 여러 자격증을 주고 있으며, 많은 데이터와 기술적인 지원을 ESRI 본사로부터 받게 되었다.

공간정보 분야에 직업을 갖고자 하는 경우, 가지고 있는 기술을 어떻게 강화할 수 있을까? 데이터를 잘 관리할 수 있는 능력과 지도를 잘 디자인하는 일을 포함한 지도학적 역량이 매우 중요하다. 지도라는 양식을 빌어 자신이 수행한 일을 소통하는 능력에 자신감을 갖도록 해야 한다.

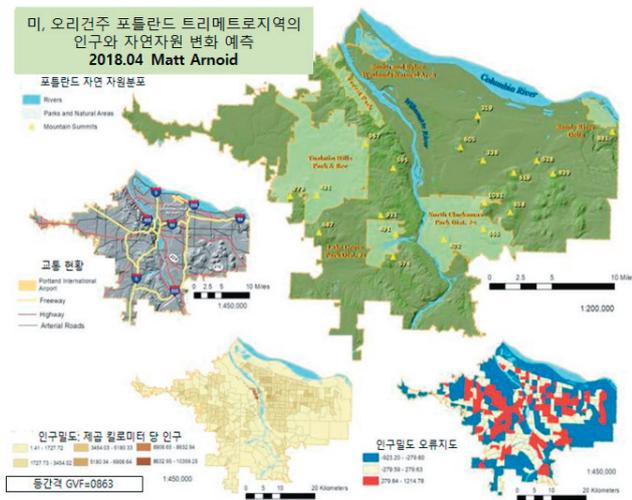


그림 1. 판넬에 여러 지도를 표현하여 정보를 전달하는 교육 훈련 사례



• 차례 •

국제수로기구(IHO) Brief News ... 2

우리나라에서 개최한 국제회의 - 국제훈련 및 국제워크숍 등을 중심으로 - ... 7

 근해 관측 정보에 근거한 앙상블 해일 예측기법 개발 ... 11

 수로측량 직업에 주어진 새로운 단계 ... 16

SAR 센서가 장착된 신세대 측방음향측심기를 이용한 측량 가능성 모색 ... 19

 위성기반 수심측량: 해저 지도화에 안정화된 도구인가? ... 22

IALA 2019년 정기회의에서 논의된 e-Navigation 편익 연구 발표 ... 24

 지도학 적용 우수사례: 교육은 공간정보 사용자에게는 필수요소임 ... 26

해양조사 기술동향 2019-2

발간처 한국해양조사협회 발간인 진준호 발간일 2019년 12월 10일

감수 김영배, 김옥수, 김연수, 박경 번역 및 편집 책임 (주)지인컨설팅

주소 서울특별시 금천구 가산디지털1로 70 호서대벤처타워 1305호 / 전화 02-2166-3300 팩스 02-2672-4614